



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ECONOMÍA APLICADA

**“Política monetaria de economías abiertas: el rol del tipo de cambio
en México”**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Oscar Pérez Laurrabaquio

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Carlos Guerrero de Lizardi

Posgrado de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. José García Solanes

Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia

Mtra. Violeta Mireya Rodríguez del Villar

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Dr. Mario Alberto Morales Sánchez

Facultad de Economía, UNAM

Mtro. Juan Luis Ordaz Díaz

Facultad de Economía, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., junio de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mi familia,
por su paciencia y apoyo.*

Agradezco a la Mtra. Violeta Mireya Rodríguez del Villar por sus valiosos comentarios para la culminación de este trabajo, y al Dr. José García Solanes por la atención brindada durante mi estadía en la Universidad de Murcia.

Índice

Introducción	5
Capítulo 1. Marco Teórico	7
1.1 Supuestos	7
1.2 Control robusto	10
1.3 Solución	12
Capítulo 2. Marco Empírico.....	15
2.1 Revisión de la literatura.....	15
2.2 Estimaciones econométricas	18
2.3 Evidencia estadística	21
Conclusiones	27
Referencias Bibliográficas	30
Anexo Estadístico.....	36

Introducción

Durante las dos últimas décadas del siglo XX, el uso potencial de las prácticas keynesianas y la aplicación sin precedentes de la hipótesis de expectativas racionales, supusieron (en detrimento del modelo IS-LM) el surgimiento de la “Nueva Macroeconomía Keynesiana” (NMK) como paradigma dominante de la macroeconomía moderna (Clarida, *et al.*, 1999). Bajo la aceptación de rigideces nominales en los precios (Calvo, 1983), en este *consenso* el nivel de inflación es determinado por la política monetaria (es decir, la tasa de interés),¹ y los valores de equilibrio de las variables reales, son afectados a corto plazo por su mecanismo de ajuste (Clarida, *et al.*, 1999, 2001). Consecuentemente, el modelo eleva el control de los precios al rango de objetivo *prioritario* de los bancos centrales (Bernanke y Mishkin, 1997; Mishkin, 2000), en el entendido que una baja (y estable) tasa de inflación, es consistente con una tasa natural de desempleo (hipótesis NAIRU) (Arestis y Sawyer, 2003).

En su análisis técnico, la fijación de metas cuantitativas de inflación como marco operativo de los bancos centrales, constituye la piedra angular de la nueva macroeconomía. De conformidad con su funcionamiento, el “régimen de metas de inflación” presupone el uso de una regla monetaria de tasa de interés (Svensson, 1996; Ball, 1997), como instrumento fundamental para estabilizar el nivel de precios (dentro de un objetivo/rango numérico) (Arestis y Sawyer, 2003).² Para ello, además de que la política fiscal es concebida como un instrumento

¹ En la década de 1970, la inestabilidad de la curva LM en países como Estados Unidos y el Reino Unido, produjo que los agregados monetarios dejaran de ser vistos como un instrumento de política viable, facilitándole así a los académicos y *policy makers* de la época, la elección de la tasa de interés como nuevo instrumento de la política monetaria (Blinder, 1999: 26-29).

² La primera economía en adoptar esta estrategia fue Nueva Zelanda en 1990, al fijar un rango de inflación de 0 a 2%, que habría de mantenerse hasta el 31 de agosto de 1993 (BRNZ, 1990). En México, con la autonomía constitucional de su banca central y la libre flotación del tipo de cambio, en enero de 1999 se adoptó por vez primera una meta de inflación del 13%, siendo hasta el 2002, cuando se llega al actual objetivo de 3% +/- 1% (medido a través del cambio en el Índice Nacional de Precios al Consumidor, INPC) (Pérez-Laurraquío, 2014: 143-144).

macroeconómico *ineficiente* (Mishkin y Schmidt-Hebbel, 2001),³ el régimen cambiario debe ser de libre flotación (toda vez que una paridad flexible que ayuda en la absorción de los choques externos, le permite a la autoridad central el oportuno cumplimiento de sus objetivos).⁴

Dado el alto grado de apertura comercial y a lo poco desarrollado que se encuentran los mercados de crédito en los países emergentes (Mishkin, 2004; De Paula y Ferrari-Filho, 2010), se vuelve muy tentador (para los banqueros centrales) subordinar los movimientos del tipo de cambio a los propósitos de la política monetaria.⁵ En este sentido, con la evidente contradicción de política económica que ello implica, en los siguientes apartados se investiga “el rol del tipo de cambio real en México durante el esquema de metas de inflación”.⁶ De forma sencilla, los resultados obtenidos describen a la política monetaria del país como un *sistema híbrido*, donde la tasa de interés nominal (*instrumento de política*) y las apreciaciones del tipo de cambio real (*instrumento intermedio*), tienen como primordial objetivo, la estabilización de la inflación dentro de una meta numérica.

Respecto a la estructura del trabajo. El **capítulo 1** lo componen los *supuestos, control robusto y solución* del modelo teórico. El **capítulo 2** la *revisión de la literatura, estimaciones econométricas* para la economía mexicana, y *evidencia estadística* sobre el desempeño de las metas de inflación en América Latina. En las **conclusiones** se presentan las aportaciones de la investigación, para finalizar con las **referencias bibliográficas** y el **anexo estadístico**.

³ La *ineficiencia* de la política fiscal, se debe a que una ejecución irresponsable de la misma (de gasto excesivo), propicia el rápido crecimiento del dinero y la inflación, ocasionando con ello el descuido (y consecuente abandono) de las metas de inflación (Mishkin, 2004).

⁴ Junto al tipo de cambio, el crecimiento de los agregados monetarios tampoco se desempeñan como un objetivo *intermedio* de la política monetaria (Mishkin, 2004).

⁵ Véase Ros (2013: 132-137) sobre la importancia del tipo de cambio en las economías emergentes con metas de inflación.

⁶ Aunque la relación “tipo de cambio-tasa de interés” tiene una significancia más efectiva cuando la primera de ellas se encuentra a valores reales, la hipótesis a investigar también puede ser extendida al tipo de cambio nominal. Por esta razón, el título del trabajo no especifica desde un inicio, la prerrogativa entre una u otra variable.

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1 Supuestos

El modelo supone dos tipos de países: uno pequeño (“economía doméstica”) que no influye en los niveles de producción, precios y tasa de interés del exterior; y uno grande (“economía foránea”) donde ocurre lo contrario. Los agentes (hogares y firmas) de ambos países, intercambian libremente activos financieros y bienes de consumo, y las rigideces nominales en los precios, permiten un *trade-off* “inflación-producto” de corto plazo.⁷ Preservando su abstracción, todas las variables se expresan como la desviación porcentual de sus niveles de equilibrio a largo plazo.⁸

En lo anterior, la política monetaria de la NMK para una “economía doméstica” representativa, se estiliza con las siguientes ecuaciones:

$$\tilde{\pi}_t = \alpha E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \beta \tilde{y}_t + \gamma e_t + \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\tilde{y}_t = E_t \tilde{y}_{t+1} - \delta (i_t - E_t \pi_{t+1}) - \theta (E_t e_{t+1} - e_t) + \varepsilon_t^{\tilde{y}} \dots\dots\dots (2)$$

$$e_t = E_t e_{t+1} - (i_t - E_t \pi_{t+1}) + (i_t^* - E_t \pi_{t+1}^*) + \varepsilon_t^e \dots\dots\dots (3)$$

Donde $\tilde{\pi}_t$ es la brecha de inflación, \tilde{y}_t la brecha del producto, e_t el tipo de cambio real, $r_t = (i_t - E_t \pi_{t+1})$ la tasa de interés real,⁹ $\Delta E_t e_{t+1} = (E_t e_{t+1} - e_t)$ la tasa de variación esperada del tipo de cambio real, y $r_t^* = (i_t^* - E_t \pi_{t+1}^*)$ la tasa de interés real foránea. Así mismo, E_t es el operador valor esperado, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ y θ parámetros positivos, y ε_t^j shocks estacionarios (*i. i. d.*).

⁷ Lo que se está suponiendo son “precios pegajosos” (*sticky prices*) a la Calvo (1983), ya que las empresas al fijar individualmente el valor de sus productos (de bienes y salarios), propician a que sus cambios en el tiempo ocurran gradualmente.

⁸ Para una extensa justificación sobre los supuestos del modelo, véase Svensson (1998), Clarida, *et al.*, (2001), Leitemo y Söderström (2008), *et al.*

⁹ i_t es la tasa de interés nominal de corto plazo, y $E_t \pi_{t+1}$ el valor esperado de la tasa de inflación en $t + 1$.

La ecuación (1) es esencialmente una curva de Phillips, que relaciona a la brecha de inflación con su valor esperado en $t + 1$, la brecha del producto, el tipo de cambio real, y un *shock de oferta* ($\varepsilon_t^{\tilde{\pi}}$) por variaciones de los costes de producción. La ecuación (2) es una curva IS para la brecha del producto, explicada por su valor esperado en $t + 1$, la tasa de interés real, la tasa de variación esperada del tipo de cambio real, y un *shock de demanda* ($\varepsilon_t^{\tilde{y}}$) por cambios imprevistos en la inversión y el gasto público. La ecuación (3) describe la paridad descubierta de tasas de interés, asociando al tipo de cambio real con su valor esperado en $t + 1$, la tasa de interés real doméstica, la tasa de interés real foránea, y un *shock de tipo de cambio* (ε_t^e) que denota su *prima de riesgo*.

Respecto a la política monetaria, si los bancos centrales consideran a la tasa de interés (real)¹⁰ como un instrumento *eficiente* de su plan de trabajo,¹¹ se define una función de pérdida para sus objetivos de política:

$$\min_{\{i_t\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} [\lambda_{\tilde{\pi}} \tilde{\pi}_t^2 + \lambda_{\tilde{y}} \tilde{y}_t^2] \dots\dots\dots (4)$$

$$0 < \lambda_j \leq 1$$

Donde los valores no-negativos de λ_j son la suma ponderada (parámetros de *preferencia*), que la autoridad central le da a la “estabilización de la inflación” *versus* la “estabilización del producto”.¹² Por ejemplo, si $\lambda_{\tilde{\pi}} = \lambda_{\tilde{y}} = 1$, los movimientos de ambas variables se ponderan con

¹⁰ Como la tasa de interés real es más una conjetura aritmética que una cantidad fija (al desconocerse el valor exacto de π_{t+1} en t), las presiones de inflación se eliminan incrementando la tasa de interés nominal en una forma más que proporcional al aumento de los precios (Taylor, 1993). De esta manera, el instrumento de política a considerar aquí en adelante, corresponde a i_t en sustitución de r_t .

¹¹ Siguiendo a Ball (1998: sec. III), un instrumento *eficiente* de la política monetaria es aquel que minimiza las varianzas de la inflación y el producto, dejando la determinación de sus pesos a las preferencias de los *policy makers*.

¹² Evitando la presencia de *políticas discrecionales* que pongan en riesgo el cumplimiento de sus objetivos, el modelo supone una banca central *independiente* (Mishkin y Schmidt-Hebbel, 2001; Mishkin, 2004). En otras palabras, las autoridades monetarias son constitucionalmente libres de elegir a sus instrumentos y planes de trabajo, pero no así a sus objetivos de política (ya que estos últimos son conferidos por el gobierno de cada país) (Blinder, 1999: cap. 3).

la misma importancia; si $\lambda_{\tilde{\pi}} > \lambda_{\tilde{y}}$, hay menos *aversión* a $\tilde{\pi}_t$ respecto de \tilde{y}_t ; y lo contrario si $\lambda_{\tilde{y}} > \lambda_{\tilde{\pi}}$. Además, cuando $\lambda_{\tilde{\pi}} = 1$ y $\lambda_{\tilde{y}} \approx 0$, el banco central se rige por un *estricto* esquema de política: el control de la inflación como su única prioridad.¹³

Para colapsar el modelo, bajo una perfecta movilidad de capitales en el mercado financiero global, la libre flotación del tipo de cambio permite que se cumpla la paridad descubierta de tasas de interés (ecuación 3).¹⁴ Sin embargo, con el alto grado de apertura comercial y a lo poco desarrollado que se encuentran los mercados de crédito en los países emergentes, el tipo de cambio tiende a convertirse en una variable relevante para el análisis monetario. Así entonces, como una explicación más fehaciente a la realidad de estos países, el régimen cambiario a discutir aquí en adelante corresponde al de una flotación *intervenida*, donde los movimientos del tipo de cambio real y la tasa de interés nominal, optimizan la función de pérdida del banco central a través de una regla de política monetaria.¹⁵

¹³ Aunque desde 1993 el Banco de México tiene como su primordial objetivo “la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda” (Cámara de Diputados, 1993: art. 28), en este trabajo las ponderaciones de sus objetivos se definen como $\lambda_{\tilde{\pi}} = 1$ y $0 < \lambda_{\tilde{y}} < 1$; es decir, se supone un pleno compromiso por controlar el nivel de precios, sin descartar por completo a la brecha del producto.

¹⁴ Si la paridad se cumple, la diferencia entre los tipos de interés ($r_t - r_t^*$) es igual a la tasa de variación esperada del tipo de cambio real, esto es, al valor esperado del logaritmo del tipo de cambio real del siguiente periodo, menos el logaritmo del tipo de cambio real del periodo actual.

¹⁵ Los supuestos y modelación teórica planteados (hasta el momento) se admiten como válidos, al ser consistentes con la propuesta metodológica de Tinbergen-Theil (Blinder, 1999: cap. 1), en tres características fundamentales:

- (i) Se parte de un modelo macroeconómico que contiene información cuantitativa sobre las magnitudes y retardos de la economía (ecuaciones 1, 2 y 3);
- (ii) Su forma estructural se compone de variables endógenas (objetivos del banco central) y variables exógenas (instrumentos de trabajo); y
- (iii) La optimización del vector de variables endógenas sujeto al vector de variables exógenas (ecuación 4), conduce a una “regla de política óptima” (apartados 1.2 y 1.3).

1.2 Control robusto

Para construir la regla de política monetaria, con las ecuaciones (1), (2) y (3) como las restricciones de (4) (Leitemo y Söderström, 2008),¹⁶ se forma el siguiente lagrangiano:

$$\begin{aligned}
 & E_t \sum_{t=0}^{\infty} \left\{ \tilde{\pi}_t^2 + \lambda_{\tilde{y}} \tilde{y}_t^2 - \mu_t^{\tilde{\pi}} [\tilde{\pi}_t - \alpha E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \beta \tilde{y}_t - \gamma e_t - \varepsilon_t^{\tilde{\pi}}] - \right. \\
 & \quad \mu_t^{\tilde{y}} [\tilde{y}_t - E_t \tilde{y}_{t+1} + \delta(i_t - E_t \pi_{t+1}) + \theta(E_t e_{t+1} - e_t) - \varepsilon_t^{\tilde{y}}] - \\
 & \quad \left. \mu_t^e [e_t - E_t e_{t+1} + (i_t - E_t \pi_{t+1}) - (i_t^* - E_t \pi_{t+1}^*) - \varepsilon_t^e] \right\} \dots \dots \dots (5)
 \end{aligned}$$

Suponiendo en el sistema un *equilibrio discrecional*,¹⁷ se obtienen las condiciones de primer orden de la brecha de inflación, brecha del producto, tasa de interés nominal y tipo de cambio real:

$$\partial_{\tilde{\pi}_t} : \mu_t^{\tilde{\pi}} = 2\tilde{\pi}_t \dots \dots \dots (6)$$

$$\partial_{\tilde{y}_t} : \mu_t^{\tilde{y}} = 2[\beta\tilde{\pi}_t + \lambda_{\tilde{y}}\tilde{y}_t] \dots \dots \dots (7)$$

$$\partial_{i_t} : \mu_t^e = -2\delta[\beta\tilde{\pi}_t + \lambda_{\tilde{y}}\tilde{y}_t] \dots \dots \dots (8)$$

$$\partial_{e_t} : \mu_t^e = \gamma\mu_t^{\tilde{\pi}} + \theta\mu_t^{\tilde{y}} \dots \dots \dots (9)$$

Para definir el rol del mercado cambiario (de flotación *intervenida*),¹⁸ al sustituir en (9) las condiciones (6), (7) y (8), se están incluyendo los movimientos del tipo de cambio real al plan de trabajo del banco central:

$$\tilde{\pi}_t = -A^{-1}\tilde{y}_t \dots \dots \dots (10)$$

¹⁶ Diferente a los autores, aquí únicamente se utiliza el procedimiento que concierne a la obtención de su regla de política, dejando fuera del análisis su propuesta del “agente de mala especificación” (*evil agent*).

¹⁷ En Leitemo y Söderström, *op cit.*, la adopción de una *política discrecional* que no toma a la persistencia de las variables como endógena, les permite a los autores la solución de su modelo analítico (principal contribución del trabajo). Por otro lado, una *posible* justificación económica del por qué pueden ser eliminados los valores futuros de la ecuación (5), tiene que ver con la idea de que las decisiones de política generalmente se toman “paso a paso” (esquema *preventivo*), evitando así la posibilidad de “quedar atrapado” en decisiones de larga duración (Blinder, 1999: 12-19).

¹⁸ Una reciente propuesta que también supone la intervención del tipo de cambio en el contexto de las metas de inflación, se encuentra en García-Solanes y Torrejón-Flores (2015), donde a diferencia de la literatura en existencia, las variaciones del tipo de cambio nominal son incluidas en la función de pérdida del banco central.

$$A^{-1} \equiv \left[\frac{\beta}{\lambda_{\bar{y}}} + \frac{\gamma}{\lambda_{\bar{y}}(\delta + \theta)} \right] > 0$$

Siendo los elementos fraccionados del parámetro A^{-1} , dos diferentes esquemas de política económica:

- (i) El uso exclusivo de la política monetaria en el control de la inflación y el producto (economía cerrada);¹⁹ y
- (ii) La combinación *óptima* “política monetaria-política cambiaria” hacia el mismo fin (economía abierta).

En el primer esquema $\left(\frac{\beta}{\lambda_{\bar{y}}}\right)$, el control de la brecha de inflación es directamente proporcional al valor de β : un alto (o bajo) valor del coeficiente, manifiesta un fuerte (o débil) control de la inflación “vía” la brecha del producto (curva de Phillips). Con $\lambda_{\bar{y}}$, si su valor aumenta por la *aversión* del banco central hacia la brecha de inflación, existe un alto grado de compromiso en la estabilización del producto; pero si $\lambda_{\bar{y}}$ disminuye por las razones opuestas, la función de pérdida (ecuación 4) se inclina por un *robusto* control de los precios. En ambos casos, $\frac{\beta}{\lambda_{\bar{y}}}$ representa al *trade-off* “inflación-producto” de una economía cerrada, donde una baja tasa de inflación requiere (*propria natura*), de una tasa de sacrificio en la brecha del producto.

El segundo esquema $\left(\frac{\gamma}{\lambda_{\bar{y}}(\delta + \theta)}\right)$, expresa simultáneamente los canales de transmisión de las políticas monetaria y cambiaria.²⁰ Con la primera de ellas (parámetro δ), sigue prevaleciendo el *modus operandi* de una economía cerrada: una *robusta* (o *laxa*) tasa de interés, disminuye (o aumenta) la brecha del producto (curva IS), y en consecuencia, estabiliza (o no) a la brecha de inflación (curva de Phillips). Con la política cambiaria (parámetro θ), un alza de la tasa de interés

¹⁹ Entiéndase por economía cerrada, las prácticas monetarias de una economía abierta, que no intervienen en la trayectoria del tipo de cambio.

²⁰ La interpretación de $\lambda_{\bar{y}}$ es análoga al análisis previo.

que aprecia al tipo de cambio por la atracción de flujos de capital del exterior (ecuación 3), disminuye (nuevamente) a la brecha de inflación ante la caída de la brecha del producto;²¹ y una política monetaria expansiva que deprecia la moneda, tiene el efecto inverso en la economía. Así mismo, como el mecanismo de transmisión del parámetro γ se relaciona directamente con la brecha del producto (curva de Phillips), una apreciación cambiaria que abarata el precio de los bienes de consumo procedentes del exterior, estabiliza a la brecha de inflación ante la caída del nivel general de precios.

De esta manera, como ambos tipos de políticas necesitan la contribución de la tasa de interés para cumplir con su cometido, el tipo de cambio real debe ser considerado un *instrumento intermedio* del banco central, y la tasa de interés nominal, el *instrumento de política* por excelencia.

1.3 Solución

Para formalizar las relaciones anteriores en una *unívoca* expresión, al sustituir en (2) a \tilde{y}_t de la ecuación (10) y resolviendo para la tasa de interés:

$$i_t = E_t \pi_{t+1} + \delta^{-1} A \tilde{\pi}_t - \delta^{-1} A E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \delta^{-1} \theta (E_t e_{t+1} - e_t) + \delta^{-1} \varepsilon_t^{\tilde{y}} \dots \dots \dots (11)$$

Suponiendo nuevamente un *equilibrio discrecional*:

$$i_t = \delta^{-1} A \tilde{\pi}_t + \delta^{-1} \theta e_t + \delta^{-1} \varepsilon_t^{\tilde{y}} \dots \dots \dots (12)$$

²¹ El efecto inverso del parámetro θ sobre la brecha del producto (curva IS), se da a través de una apreciación de e_t que al disminuir el valor global de $\Delta E_t e_{t+1}$, disminuye a su vez el valor de \tilde{y}_t . En otras palabras, un tipo de cambio real apreciado que favorece el precio relativo de los bienes no transables, reduce la rentabilidad de la inversión privada en los sectores comerciables, propiciando con ello el efecto inverso del tipo de cambio sobre la brecha del producto.

La brecha de inflación y el shock de la brecha del producto tienen el signo esperado, y los movimientos del tipo de cambio real se asocian *correctamente* a la tasa de política:²² si la inflación efectiva disminuye por la apreciación cambiaria, la banca central puede mantener una *laxa* tasa de interés (sin que ello implique la desatención a su meta de inflación); y una depreciación cambiaria que aumenta el nivel de precios, obliga a la autoridad central a *robustecer* su política monetaria.²³

Sustituyendo en (12) las formas reducidas de la brecha de inflación y tipo de cambio real,²⁴ se llega a la expresión más depurada de la regla de política:

$$i_t = f_{\tilde{\pi}} \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + f_{\tilde{y}} \varepsilon_t^{\tilde{y}} + f_e \varepsilon_t^e \dots \dots \dots (13)$$

$$f_{\tilde{\pi}} = [\delta^{-1}(Aa_{\tilde{\pi}} + \theta c_{\tilde{\pi}})]; \quad f_{\tilde{y}} = [\delta^{-1}(Aa_{\tilde{y}} + \theta c_{\tilde{y}} + 1)]; \quad f_e = [\delta^{-1}(Aa_e + \theta c_e)]$$

$$\forall f_j > 0$$

Donde $\varepsilon_t^{\tilde{\pi}}$ y $\varepsilon_t^{\tilde{y}}$ son los shocks tradicionales de una “regla tipo Taylor” (Taylor, 1993, 1998; Svensson, 1996; Ball, 1997), y ε_t^e la innovación del modelo: el manejo de la política monetaria *per se* un *índice de cotizaciones monetarias* (ICMs)²⁵ que incluye a la tasa de interés nominal y tipo de cambio real (Ball, 1998; Svensson, 1998; Taylor, 2001).²⁶

Finalmente, aunque la ecuación (13) no expresa a las variables del lado derecho de la igualdad en sus valores de estado ($\tilde{\pi}_t, \tilde{y}_t, e_t$), al efectuarse la estabilización del producto y la

²² El término “tasa de política” se usa indistintamente al de tasa de interés nominal.

²³ Las interacciones en la ecuación (12) también se pueden observar de la siguiente manera: si la inflación efectiva es mayor que su meta ($\pi_t > \pi^{MI}$), un aumento de la tasa de interés (y/o apreciación del tipo de cambio), estabiliza a la brecha de inflación ante la caída de la brecha del producto; y si la inflación efectiva es menor que su meta ($\pi_t < \pi^{MI}$), el equilibrio en el sistema se restablece con los movimientos opuestos de alguno o ambos instrumentos (véase Taylor, 2001).

²⁴ Ecuaciones I.2 y I.4 del anexo estadístico.

²⁵ Como objetivo operativo, el ICMs es una variable de control del banco central:

$$ICMs_t = i_t - \vartheta e_t \dots \dots \dots \forall \vartheta > 0$$

Donde las decisiones de política son una combinación lineal de la tasa de interés nominal y la apreciación del tipo de cambio real (Svensson, 1998: 24-26).

²⁶ En el apartado I del anexo estadístico se determinan los valores de a_j y c_j .

inflación por los mismos canales que suscribe la regla de Taylor, la expresión obtenida se considera una “regla de política óptima” (donde la determinación de los coeficientes f_j , está sujeta a las preferencias de los *policy makers*).²⁷

²⁷ Esta misma definición de “regla de política óptima” es compatible con la suscrita en Ball (1998), ya definida en los *supuestos* del modelo (apartado 1.1).

Capítulo 2. Marco Empírico

2.1 Revisión de la literatura

Desde su implementación en Nueva Zelanda, la valoración empírica del régimen de metas de inflación ha propiciado un debate internacional, a fin de examinar el rol de la política monetaria dentro de la nueva macroeconomía. En un primer acercamiento, al forjarse un vínculo de confianza entre banca central, gobierno y sector público, la fijación de metas de inflación reduce la tasa promedio y shocks de inflación (Sterne, 2001; Roger y Stone, 2005), además de promover un crecimiento económico con menor variabilidad en el producto (Gonçalves y Salles, 2008; García-Solanes y Torrejón-Flores, 2012). De forma anecdótica, Angeriz y Arestis (2009) señalan que la evidencia más fuerte sobre los buenos resultados de la estrategia, consiste en que los países que la siguen generalmente están complacidos con ella, pues hasta el momento, ninguno de ellos la ha abandonado.

En un escenario menos alentador, al analizar Cecchetti y Ehrmann (1999) las preferencias de política de 23 economías (9 con metas de inflación y 14 sin ellas), no encuentran diferencias relevantes en sus coeficientes de *aversión* a la inflación;²⁸ *ipso facto*: los buenos resultados del esquema son los propios de un periodo “friendly to increased price stability” (Neumann y Von Hagen, 2002: 129).²⁹ Por su parte, en una muestra de 20 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Ball y Sheridan (2003) dan dos explicaciones

²⁸ La metodología que utilizan es la de Vectores Autorregresivos (VAR) Estructurales (SVAR).

²⁹ En un análisis por separado para economías industriales y emergentes, Lin y Ye (2007) concluyen que las tasas de inflación y producción económica de las primeras, no presentan resultados favorables con las metas de inflación, mientras que en las economías emergentes, los resultados se revierten (*op cit.*, 2009). Por el contrario, De Paula y Ferrari-Filho (2010) exponen dos razones por las cuales dicha estrategia manifiesta un menor éxito en las economías emergentes: (i) como sus canales de crédito están muy poco desarrollados, la demanda agregada es igual de sensible a los mecanismos de transmisión de la política monetaria; y (ii) como su gasto en consumo no es del todo significativo frente al efecto riqueza, la tasa de interés no tiene repercusiones de importancia en el consumo de la gente.

del por qué ambos grupos de países tienden a tener un desempeño macroeconómico similar: (i) con o sin metas de inflación, los países de la muestra persiguen políticas de tasa de interés similares; y (ii) al haberse aplicado la estrategia en periodos de relativa estabilidad económica, su eficiencia solo puede ser probada (a futuro) frente a shocks de oferta de gran calado.³⁰

Con la disponibilidad de periodos y estadísticas más extensas, algunos trabajos se han enfocado en investigar el comportamiento de los bancos centrales, a través del análisis econométrico de las reglas de política. Por ejemplo, al estimar Corbo, *et al.*, (2001) la regla de Taylor para 25 economías, prueban que únicamente en Australia, Colombia, Estados Unidos y los Países Bajos, la tasa de interés rezagada, la brecha de inflación y la brecha del producto tienen coeficientes positivos y estadísticamente significativos, mientras que en países como Chile y México, no encuentran como relevante a ninguna de sus brechas.³¹ En la Unión Europea, Gerlach y Schnabel (2000) y Gerdesmeier y Roffia (2003) obtienen en la mayoría de sus regresiones coeficientes de la brecha de inflación superiores a los de la brecha del producto, lo que presupone un mayor compromiso por la estabilidad de precios que por la actividad económica de la zona.³²

Para el caso particular de las economías emergentes, su mayor sensibilidad a los movimientos del tipo de cambio, requiere que sus reglas de política sean las de una economía abierta. Con Schmidt-Hebbel y Werner (2002), los coeficientes (por MCO) de las reglas de Taylor para Brasil, Chile y México, muestran que sus tipos de cambio nominales no tienen ningún efecto significativo sobre las tasas de interés (aún y cuando sus esterilizaciones cambiarias dan pie al

³⁰ Usando pruebas de raíz unitaria para 45 países (14 de América Latina, 7 de Asia y 24 de la OCDE), Noriega y Ramos-Francia (2009) observan que sus tasas de inflación generalmente son estacionarias durante el periodo 1960M01-2008M06 (M=mes). Con estos hallazgos, la estabilidad de la inflación parece corresponder más a un fenómeno global de “Gran Moderación”, que a la propia inercia de las metas de inflación.

³¹ De los cuatro países con resultados significativos, únicamente Australia y Colombia cuentan con un régimen de metas de inflación, lo que hace suponer como cierta la idea de que con o sin rangos de inflación, ‘ambos grupos de países mantienen un desempeño macroeconómico similar’ (véase nuevamente Ball y Sheridan, 2003).

³² Corbo, *et al.*, (2001) utilizan Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para el periodo 1990T1-1999T4 (T=trimestre), y Gerlach y Schnabel (2000) y Gerdesmeier y Roffia (2003) el Método de los Momentos Generalizados (MMG) para los periodos 1990T1-1998T4 y 1985M01-2002M02, respectivamente.

fenómeno documentado como “miedo a flotar”).³³ En contrapartida, al realizar De Mello y Moccero (2007) modelos SVAR para Brasil, Chile, Colombia y México, concluyen que únicamente en el último su tasa de política responde significativamente a las variaciones del tipo de cambio nominal; sin importar que durante el segundo periodo,³⁴ su esquema monetario corresponda (enteramente) al de metas de inflación.³⁵

Por último, entre los trabajos que analizan exclusivamente a la economía mexicana, se encuentran Ramos-Francia y Torres (2005) y Cermeño, *et al.*, (2012). En el primero, al estimar en seis ocasiones a su regla de política (con expectativas racionales):³⁶ su meta de inflación y la brecha de sus expectativas siempre son significativas y mayores a la unidad, la brecha del producto solo es relevante en dos ocasiones (y menor a la unidad), y la depreciación cambiaria peso-dólar en cuatro (con coeficientes que oscilan entre 0.67-0.84).³⁷ Con Cermeño y compañía, al analizar por MMG un periodo de estudio más extenso (1998M01-2008M02), los coeficientes de la brecha del producto y la desviación esperada del tipo de cambio real, son significativos pero menores a la unidad (0.63 y 0.23), mientras que la meta de inflación y la brecha de sus expectativas, tienen nuevamente los valores más altos (1.15 y 1.18).

³³ Al estudiar las variaciones del tipo de cambio nominal en una muestra de 39 economías (1970M01-1999M04), Calvo y Reinhart (2000) observaron que su baja volatilidad en los países que presuponen una libre flotación, obedece a un accionar de políticas que pretenden estabilizar el valor de sus monedas. A este caso epidémico de las economías del mundo (sobre todo las emergentes), Calvo y Reinhart lo nombraron el “miedo a flotar” (*fear of floating*).

³⁴ Los periodos de estudio en los cuatro países, se encuentran dentro de los intervalos 1996M01-1999M09 y 1999M01-2006M02.

³⁵ Diferente a la experiencia de América Latina, Sek (2009) no encuentra evidencia que favorezca (con modelos SVAR y MMG), la intervención del tipo de cambio nominal en la política monetaria de Corea, Filipinas y Tailandia; y Selim (2012) para Egipto (modelos MMG), tampoco observa que su política *acomodaticia* (sin metas de inflación claras), muestre una sólida respuesta a los movimientos del tipo de cambio real.

³⁶ La metodología que utilizan es la de modelos VAR, y los periodos de estudio 1998M01-2001M12, 1998M01-2003M12 y 1999M04-2003M12. Así entonces, como las bases de datos fueron extraídas de INFOSEL y BANXICO, se obtienen un total de dos regresiones por periodo.

³⁷ Tomando al caso de México como una regla de Taylor para economía cerrada, Galindo y Guerreño (2003) y Pérez-Laurrabaquío (2012) también niegan (con modelos VAR), la significancia de la brecha del producto durante los periodos 1990T1-2000T4 y 2002T1-2012T1, respectivamente.

2.2 Estimaciones econométricas

Tomando como marco de referencia la regla de política del primer capítulo y la revisión de la literatura previamente descrita, en este apartado se estima con la metodología de un modelo SVAR cointegrado, “el rol del tipo de cambio real en México durante el esquema de metas de inflación”.³⁸ En primer lugar, exceptuando al tipo de cambio real obtenido de las estadísticas de Banco de México (BANXICO, 2017b), la tasa de interés nominal, la tasa de inflación y la producción económica provienen del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017).³⁹ En segundo lugar, aunque originalmente el periodo de estudio comprendía desde el primer anuncio de las metas de inflación en el país (Ene. 1999) hasta la última actualización de las series (Dic. 2016), en última instancia el intervalo 2003M08-2014M10 fue el que arrojó los mejores resultados.

Con estas especificaciones, la ecuación (13) en su estructura VAR para la economía mexicana, se expresa de la siguiente manera:

$$[i_t, \tilde{y}_t, e_t, \tilde{\pi}_t] = c + J(L) [i_{t-1}, \tilde{y}_{t-1}, e_{t-1}, \tilde{\pi}_{t-1}] + u_t^{40} \dots\dots\dots (14)$$

$t = 2003M08 - 2014M10$

Donde el vector de variables endógenas (en niveles) lo conforman la tasa de interés nominal, la brecha del producto, el tipo de cambio real y la brecha de inflación.⁴¹ Además, t es el periodo de

³⁸ Por su abundancia en el tema (apartado 2.1), se han preferido los modelos de vectores autorregresivos, a cualquier otro planteamiento econométrico (MCO, MMG, *et al.*).

³⁹ El tipo de cambio real es un índice ponderado con los precios al consumidor de 111 economías, la tasa de interés nominal el promedio ponderado de instrumentos de deuda de corto plazo a 28 días, la tasa de inflación el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), y la producción económica el Índice Global de la Actividad Económica (IGAE).

⁴⁰ El orden de las variables (de izquierda a derecha), tiene que ver con la mayor endogeneidad (o menor exogeneidad) de las mismas. Así entonces, como la lógica del modelo sostiene que la tasa de interés se determina por las variaciones de la brecha de inflación, el tipo de cambio real y la brecha del producto (en ese orden), i_t es la variable más endógena (y las tres restantes las más exógenas).

⁴¹ La brecha de inflación satisface la condición $\tilde{\pi}_t = (INPC - MI)$, donde MI es la meta de inflación (véase cuadro 3); y la brecha del producto la condición $\tilde{y}_t = (IGAE - T^{HP})$, donde T^{HP} es la tendencia del IGAE obtenida con el filtro Hodrick-Prescott (HP).

estudio, c un vector de constantes, J la matriz de los coeficientes a estimar, L el operador de rezagos, y u_t el vector de residuales con media cero [$E_t(u_t) = 0$] y no autocorrelacionado con sus rezagos [$E_t(u_t u_t') = 0$].

Entrando de lleno con las estimaciones, al identificar la presencia de raíces unitarias en las series (cuadro I del anexo estadístico), la especificación adecuada del VAR se plantea con un modelo de Vector de Corrección del Error (VEC) (Johansen, 1988). Partiendo entonces del máximo número de rezagos para la cantidad de datos y variables disponibles, se determina que $L = 28$ captura adecuadamente la dinámica del sistema (cuadro II).⁴² Así mismo, bajo los criterios de información de *Akaike* y de *Schwarz*, se establece la existencia de *hasta tres vectores de cointegración* con intercepto y tendencia cuadrática (cuadro III).⁴³

Como los supuestos de MCO únicamente se cumplen en los residuales del primer vector (cuadros V, VI y VII), el sistema de información se reduce al mismo número de ecuaciones cointegrantes (cuadro 1).⁴⁴ Igualmente, al ser el mecanismo corrector del error de la tasa de interés (Δi_{t-1}) el único *parámetro de ajuste* que además de significativo tiene el valor esperado (negativo y menor a la unidad), la normalización de sus resultados se reportan como sigue:

$$\Delta i_{t-1} = 0.27 - 0.31(i_{t-1}) + 0.10(\tilde{y}_{t-1}) + 0.03(e_{t-1}) + 0.61(\tilde{\pi}_{t-1}) - 0.01(T^2) \dots (15)$$

Donde un incremento del 1% en el tipo de cambio real y la brecha de inflación, suponen un crecimiento del 0.03 y 0.61% de la tasa de interés nominal, respectivamente; mientras que la brecha del producto (por su estadístico t), no tiene una significancia de importancia en la

⁴² Con un total de 135 observaciones por variable, la estimación del VEC admite en su sistema un máximo 31 rezagos.

⁴³ La significancia de las relaciones de cointegración se corroboran con las pruebas de la *traza* y de *máximo valor propio* (cuadro IV).

⁴⁴ Siendo los residuales de dicho vector estacionarios en niveles (cuadro VIII), su media y varianza se consideran como únicas, es decir, con un grado de dispersión similar.

determinación de la política monetaria (véase nuevamente cuadro 1).⁴⁵ De esta manera, la función de reacción del Banco de México durante el periodo de estudio, supone un anclaje a largo plazo de las metas de inflación, con el tipo de cambio real como su *instrumento intermedio*; es decir: un objetivo de política por dos instrumentos de trabajo.⁴⁶

Cuadro 1
Modelo VEC

Ecuación de cointegración		Parámetros de ajuste	
i_{t-1}	1.00	Δi_{t-1}	-0.31 (0.18) [-1.76]
\tilde{y}_{t-1}	-0.31 (0.29) [-1.07]	$\Delta \tilde{y}_{t-1}$	2.82 (0.80) [3.54]
e_{t-1}	-0.10 (0.03) [-3.62]	Δe_{t-1}	2.20 (1.48) [1.48]
$\tilde{\pi}_{t-1}$	-1.97 (0.23) [-8.65]	$\Delta \tilde{\pi}_{t-1}$	-0.04 (0.15) [-0.24]
I	-0.87		
T²	0.04		

I = Intercepto.
T² = Tendencia cuadrática.
Δ = Primera diferencia.
Errores estándar: ().
Estadístico t: [].
 $|t_{0.10\%}| \leq 1.66$; $|t_{0.05\%}| \leq 1.98$; $|t_{0.01\%}| \leq 2.61$.

Fuente: elaboración propia.

En su análisis estructural, al factorizar (por descomposición de Cholesky) la varianza de i_t en los shocks del vector de variables endógenas, se obtienen los porcentajes en que cada una de ellas explican a la tasa de política (cuadro 2). Como es de esperarse, la varianza de la tasa de

⁴⁵ En cuanto a los demás resultados, el valor del intercepto refleja la tasa de interés real de la economía (0.27), la tendencia cuadrática el crecimiento de i_t a través del tiempo (-0.01), y el *parámetro de ajuste* el tiempo que le toma a la tasa de interés nominal (ante un shock externo) en regresar a su estado de equilibrio (*i.e.*, 0.31% de mes).

⁴⁶ Entre la literatura ya referida que apoya la inclusión del tipo de cambio en la política monetaria de México, se encuentran Ramos-Francia y Torres (2005), De Mello y Moccero (2007) y Cermeño, *et al.*, (2012). Por su parte, la no significancia de la brecha del producto, únicamente es refutada por completo en Cermeño, *et al.*, *op cit.*

interés es la variable de mayor importancia en la determinación de su propio comportamiento, seguida de la brecha de inflación, el tipo de cambio real, y finalmente la brecha del producto.⁴⁷ En este sentido, los resultados obtenidos tanto por el análisis de cointegración (largo plazo) como por el de descomposición de la varianza (corto y mediano plazo), son consistentes con una política monetaria que además de priorizar la estabilidad de precios, se mantiene *inflexible* a través del tiempo.⁴⁸

Cuadro 2
Varianza de la tasa de interés nominal (%)

Meses	i_t	\tilde{y}_t	e_t	$\tilde{\pi}_t$	Meses	i_t	\tilde{y}_t	e_t	$\tilde{\pi}_t$
1	100.00	0.00	0.00	0.00	33	74.31	7.57	8.76	9.37
3	90.24	0.62	0.66	8.48	36	74.27	7.52	8.75	9.46
6	76.26	4.13	6.66	12.96	39	74.04	7.53	9.00	9.43
9	68.73	7.80	12.12	11.35	42	73.68	7.64	9.44	9.24
12	71.80	7.99	10.05	10.16	45	73.85	7.72	9.45	8.98
15	74.09	7.27	8.73	9.91	48	74.08	7.76	9.29	8.87
18	74.80	7.21	8.44	9.55	51	74.37	7.53	8.89	9.22
21	74.71	7.33	8.42	9.54	54	74.54	7.26	8.48	9.71
24	74.55	7.35	8.55	9.55	57	74.85	7.20	8.24	9.71
27	74.38	7.36	8.74	9.52	60	75.23	7.11	8.07	9.59
30	74.13	7.58	8.84	9.44	63	75.52	7.03	7.96	9.49

Fuente: elaboración propia.

2.3 Evidencia estadística

Para tener en una mejor perspectiva los anteriores resultados, a continuación se comparan algunos datos relevantes sobre las metas de inflación en México, así como del resto de economías

⁴⁷ Aunque el análisis estructural del VEC se compone también de sus funciones impulso-respuesta, estas fueron omitidas por su similitud con los resultados de descomposición de la varianza.

⁴⁸ El tema de la *inflexibilidad* debe tomarse con reservas, ya que si bien las pruebas revisadas suponen lo anterior, al elegirse como forma funcional del VEC la que contiene intercepto y tendencia lineal, únicamente en los primeros seis meses del análisis de descomposición de la varianza, la brecha de inflación es la variable de mayor importancia. Por su parte, los resultados de cointegración no muestran diferencias relevantes entre ambos modelos.

en América Latina que siguen la estrategia. Empezando con sus intervalos de inflación (cuadro 3), Brasil y Guatemala tienen los rangos más flexibles, Chile, Colombia y México están en la media de la muestra, y Perú es la economía que permite la menor discrecionalidad. Si se contabilizan los años en que cada país ha mantenido su nivel general de precios en los intervalos deseados, Colombia es la economía con los mejores resultados (64.71%), Brasil, Chile, México y Perú (el menos flexible) tienen una efectividad cercana al 50%, y Guatemala es la economía con los peores resultados (41.18%) (véase nuevamente cuadro 3).

Cuadro 3
Metas de inflación (MI) y nivel general de precios (INPC) en América Latina

Años	Brasil ^a		Chile ^b		Colombia ^c		Guatemala ^d		México ^e		Perú ^f	
	MI	INPC	MI	INPC	MI	INPC	MI	INPC	MI	INPC	MI	INPC
1999	8±2	4.86	3±1	3.33	15	10.87	5-7	5.22	13	16.59	-	3.47
2000	6±2	7.04	3±1	3.84	10	9.22	5-7	5.98	10	9.49	-	3.76
2001	4±2	6.84	3±1	3.57	8	7.97	4-6	7.28	6.5	6.37	-	1.98
2002	3.5±2	8.45	3±1	2.49	6	6.35	4-6	8.13	3±1	5.03	2.5±1	0.19
2003	3.25±2	14.72	3±1	2.81	5.5±0.5	7.13	4-6	5.60	3±1	4.55	2.5±1	2.26
2004	3.75±2.5	6.60	3±1	1.05	5.5±0.5	5.90	4-6	7.58	3±1	4.69	2.5±1	3.66
2005	4.5±2.5	6.87	3±1	3.06	5±0.5	5.05	4-6	9.11	3±1	3.99	2.5±1	1.62
2006	4.5±2	4.18	3±1	3.39	4.5±0.5	4.30	6±1	6.56	3±1	3.63	2.5±1	2.00
2007	4.5±2	3.64	3±1	4.41	4±0.5	5.54	5±1	6.82	3±1	3.97	2±1	1.78
2008	4.5±2	5.68	3±1	8.72	4±0.5	7.00	5.5±1.5	11.36	3±1	5.12	2±1	5.79
2009	4.5±2	4.89	3±1	1.48	5±0.5	4.20	5.5±1	1.86	3±1	5.30	2±1	2.94
2010	4.5±2	5.04	3±1	1.41	3±1	2.27	5±1	3.86	3±1	4.16	2±1	1.53
2011	4.5±2	6.64	3±1	3.34	3±1	3.42	5±1	6.22	3±1	3.41	2±1	3.37
2012	4.5±2	5.40	3±1	3.01	3±1	3.17	4.5±1	3.78	3±1	4.11	2±1	3.66
2013	4.5±2	6.20	3±1	1.21	3±1	2.02	4±1	4.34	3±1	3.81	2±1	2.81
2014	4.5±2	6.33	3±1	4.61	3±1	2.90	4±1	3.42	3±1	4.02	2±1	3.25
2015	4.5±2	9.03	3±1	4.35	3±1	4.99	4±1	2.39	3±1	2.72	2±1	3.55
Efect.	10/17=58.82%		9/17=52.94%		11/17=64.71%		7/17=41.18%		8/17=47.06%		7/14=50.00%	

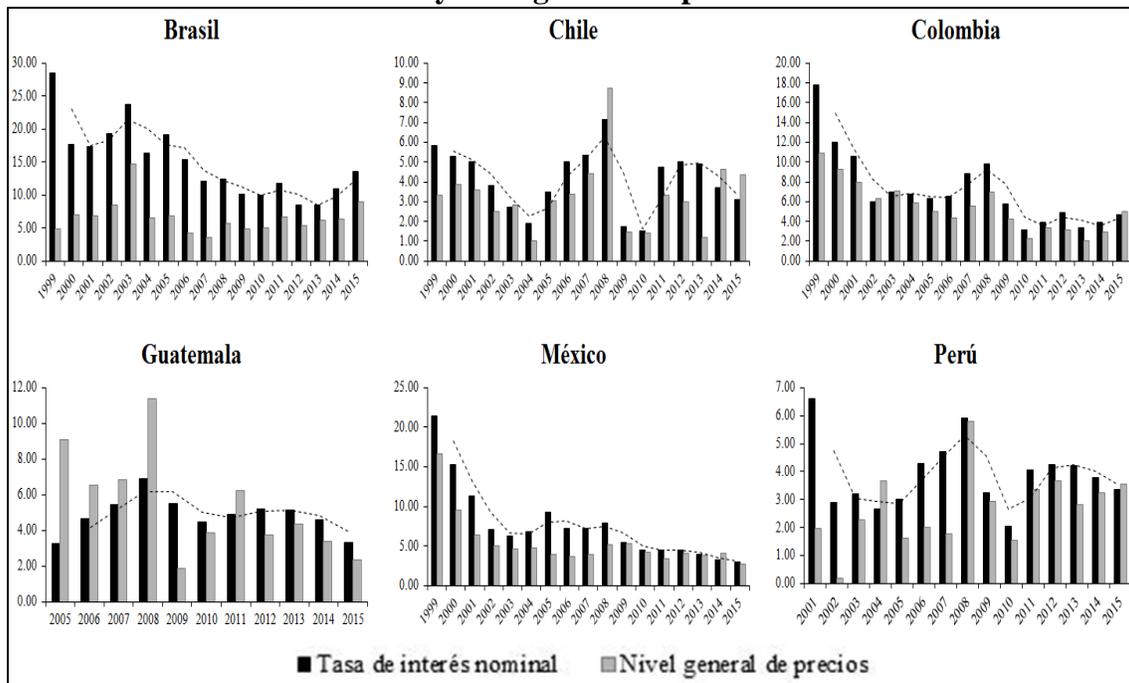
Para las metas de inflación, véase BCB (2017)^a, BCCh (2007)^b, BANREP (2017)^c, BANGUAT (2015, 2017)^d, BANXICO (2017a)^e, Martínez, *et al.*, (2001)^e y BCRP (2002, 2007)^f.
Si no existe un rango de inflación, el éxito de la estrategia se contabiliza cuando el INPC es menor (o igual) a su meta numérica.

Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

En la fijación de sus tasas de política (figura 1), Brasil es el único país que en todo momento mantiene a su tasa de interés por encima de la inflación general, México no logra

hacerlo en 2014, Perú en 2004 y 2015, Colombia en 2002-2003 y 2015, Chile en 2003, 2008 y 2014-2015, y Guatemala en 2005-2008 y 2011.⁴⁹ Incluyendo en el análisis a sus tasas de crecimiento económico (cuadro 4), Brasil, Chile, Guatemala y Perú tienen los mejores resultados (superiores al 8%), Colombia se halla un punto porcentual por debajo (7.63%), y en último lugar se encuentra México (5.33%). En este sentido, a pesar de que economías como la brasileña mantienen una *estricta* política monetaria, la tasa de crecimiento de su PIB supera lo mostrado por países como México, donde una tasa de interés más baja (y relativamente estable), no tiene los resultados esperados en el estímulo de su actividad económica.⁵⁰

Figura 1
Tasa de interés nominal y nivel general de precios en América Latina



Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

⁴⁹ La importancia de mantener a la tasa de política por encima del nivel general de precios, radica en que un adecuado manejo de la misma, supone que 'las presiones de inflación se eliminan con incrementos más que proporcionales por parte de la tasa de interés nominal' (apartado 1.1). Así entonces, al observar qué tan *estricta* (o *laxa*) es la política monetaria de un país, lo que se está conociendo en realidad es el nivel de compromiso de su banca central, hacia el oportuno cumplimiento de sus metas de inflación.

⁵⁰ Sin tomar en cuenta el ajuste de la producción económica por el factor inflacionario, este último análisis también es concluyente cuando la tasa de crecimiento del PIB se encuentra a precios constantes (cuadro 5).

Cuadro 4
Crecimiento del PIB a precios corrientes en América Latina (%)

Años	Brasil	Chile	Colombia	Guatemala	México	Perú
2000	11.64	3.02	-2.94	5.30	20.85	3.06
2001	-14.56	-8.81	-1.67	8.77	7.07	0.59
2002	-8.96	-1.90	-0.25	11.09	4.30	5.28
2003	9.50	9.56	-3.39	5.49	-1.52	7.20
2004	19.89	29.28	23.71	9.34	7.95	13.68
2005	33.22	23.62	25.18	13.54	12.31	13.93
2006	24.22	24.12	10.93	11.10	11.62	16.53
2007	26.14	11.95	27.57	12.84	8.06	15.28
2008	21.38	3.91	17.63	14.73	5.57	18.01
2009	-1.70	-4.27	-4.54	-3.58	-18.88	0.20
2010	32.50	26.51	23.24	9.55	17.52	22.07
2011	18.37	15.30	16.86	15.28	11.38	16.43
2012	-5.87	5.74	10.21	5.74	1.30	12.16
2013	0.19	4.47	2.85	6.87	6.28	4.45
2014	-2.00	-6.62	-0.47	9.05	2.89	-0.09
2015	-26.56	-6.93	-22.82	8.64	-11.36	-5.89
Promedio	8.59	8.06	7.63	8.98	5.33	8.93

Unidades en millones de dólares.

Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

Cuadro 5
Crecimiento del PIB a precios constantes en América Latina (%)

Años	Brasil	Chile	Colombia	Guatemala	México	Perú
2000	4.39	4.49	2.92	3.61	6.59	2.69
2001	1.39	3.38	1.68	2.33	-0.03	0.62
2002	3.05	2.18	2.50	3.87	0.77	5.45
2003	1.14	3.92	3.92	2.53	1.39	4.17
2004	5.76	6.04	5.33	3.15	4.21	4.96
2005	3.20	5.56	4.71	3.26	3.08	6.29
2006	3.96	4.59	6.70	5.38	4.98	7.53
2007	6.07	4.60	6.90	6.30	3.22	8.52
2008	5.09	3.66	3.55	3.28	1.38	9.13
2009	-0.13	-1.04	1.65	0.53	-4.74	1.10
2010	7.53	5.75	3.97	2.87	5.20	8.33
2011	3.91	5.84	6.59	4.16	3.92	6.33
2012	1.92	5.46	4.04	2.97	4.04	6.14
2013	3.01	3.98	4.87	3.70	1.41	5.85
2014	0.10	1.88	4.39	4.17	2.25	2.35
2015	-3.85	2.31	3.08	4.15	2.61	3.25
Promedio	2.91	3.91	4.18	3.52	2.52	5.17

Unidades en millones de dólares.

Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

Cuadro 6
Apreciación cambiaria y cumplimiento de las metas de inflación en América Latina

Años	Brasil		Chile		Colombia		Guatemala		México		Perú	
	e_t	MI	e_t	MI								
1999	109.51	✗	96.56	✓	96.73	✓	124.57	✓	103.48	✗	100.43	-
2000	102.30	✓	98.97	✓	106.40	✓	126.53	✓	95.70	✓	99.93	-
2001	120.56	✗	110.71	✓	110.48	✓	121.72	✗	90.17	✓	98.12	-
2002	129.50	✗	107.53	✓	111.26	✗	112.00	✗	90.03	✗	95.41	✗
2003	128.96	✗	113.14	✓	124.55	✗	111.66	✓	99.94	✗	98.42	✓
2004	122.59	✗	105.64	✗	113.07	✓	108.49	✗	103.72	✗	99.44	✗
2005	100.00	✓	100.00	✓	100.00	✓	100.00	✗	100.00	✓	100.00	✓
2006	89.01	✓	95.46	✓	101.87	✓	97.05	✓	100.02	✓	101.91	✓
2007	82.78	✓	97.15	✗	91.37	✗	96.42	✗	100.88	✓	102.60	✓
2008	80.41	✓	97.30	✗	87.79	✗	91.23	✗	103.37	✗	99.49	✗
2009	82.30	✓	101.61	✗	91.76	✗	94.38	✗	117.94	✗	97.78	✓
2010	71.98	✓	96.25	✗	79.29	✓	93.52	✗	109.06	✗	94.42	✓
2011	69.17	✗	95.26	✓	79.46	✓	89.49	✗	109.06	✓	96.55	✗
2012	77.66	✓	94.01	✓	76.51	✓	88.31	✓	112.59	✗	90.14	✗
2013	83.08	✓	95.24	✗	80.10	✓	87.24	✓	106.78	✓	90.56	✓
2014	85.79	✓	105.36	✗	84.81	✓	83.83	✓	108.25	✗	92.68	✗
2015	106.88	✗	108.85	✗	107.32	✗	77.86	✗	122.43	✓	94.80	✗
↓ e_t	9		7		6		14		6		7 (5) ^a	
τ		6		5		4		5		4		2
Efect. (τ)	6/9=66.67%		5/7=71.43%		4/6=66.67%		5/14=35.71%		4/6=66.67%		2/5=40.00%	

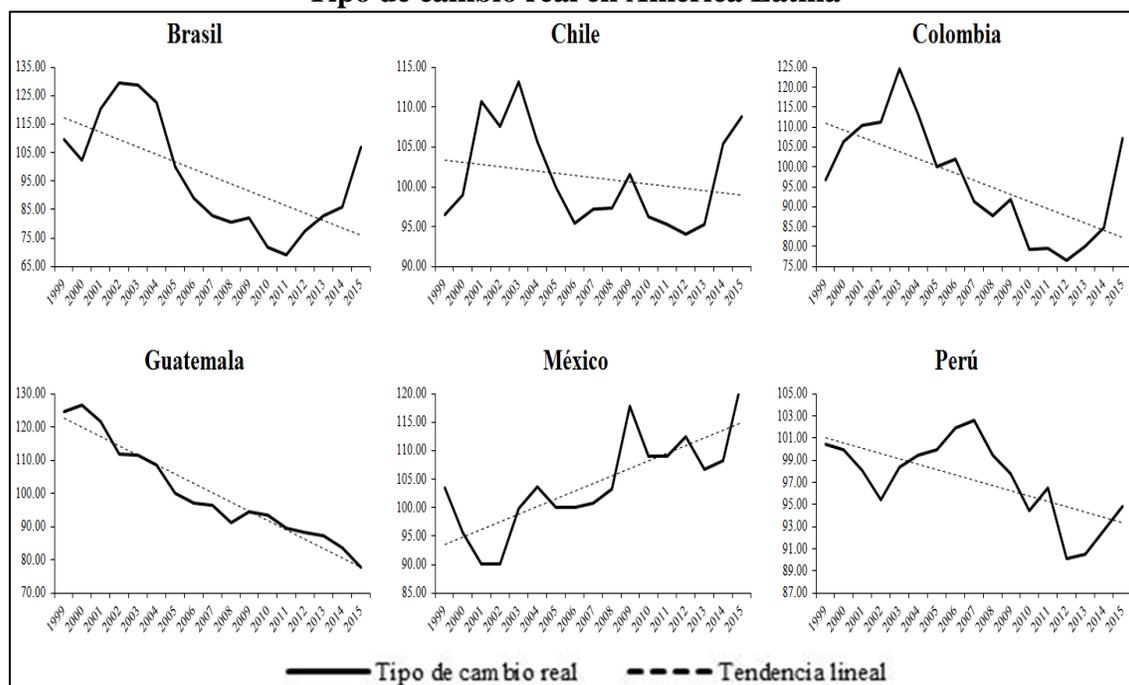
En **obscuro** las apreciaciones del tipo de cambio (↓ e_t).
 τ = Años en los que el cumplimiento de las metas de inflación coincide con la apreciación del tipo de cambio.
^a/ Apreciaciones cambiarias con el régimen de metas de inflación.

Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

Retomando el análisis de economías abiertas, al contabilizar el número de años en que cada país ha mantenido su tipo de cambio real apreciado, Guatemala se encuentra en la cima con catorce de dieciséis ocasiones, le sigue Brasil con nueve, Chile y Perú con siete, y Colombia y México con seis (cuadro 6). En el caso que nos compete, aunque la variación del tipo de cambio en México es la única que mantiene una trayectoria depreciativa a lo largo de la muestra (figura 2), sus escasas apreciaciones cambiarias tienen una de las mayores incidencias en el

cumplimiento de sus metas de inflación (parámetro τ del cuadro 6).⁵¹ Por consiguiente, a diferencia del resto de economías en América Latina que siguen la estrategia, las políticas monetaria y cambiaria de México conservan una regularidad de importancia: el cumplimiento de sus metas de inflación es consistente con la apreciación de su moneda; en otras palabras: el tipo de cambio real en México se manifiesta (nuevamente) como un *instrumento intermedio* del banco central.

Figura 2
Tipo de cambio real en América Latina



Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL.

⁵¹ Si se contabilizan los años 2006 y 2011 en los que presumiblemente se sigue en México un “miedo a flotar”, la efectividad de su política cambiaria sería del 75% (=6/8), lo cual la colocaría como la primera de la lista.

Conclusiones

En la contribución del análisis de economías abiertas con imperfecta movilidad de capitales, en este trabajo se investigó “el rol del tipo de cambio real en México durante el esquema de metas de inflación”. Tomando como marco de referencia la política monetaria de la “Nueva Macroeconomía Keynesiana”, en el **capítulo 1** se construyó una regla monetaria de tasa de interés, propia de una economía como la mexicana: pequeña, abierta, con tipo de cambio intervenido (*de facto*) y banca central independiente. Entre sus particularidades, la función de reacción incorpora a la brecha de inflación y brecha del producto como sus objetivos de política, y a la tasa de interés nominal y tipo de cambio real como sus instrumentos de trabajo.

Para su tratamiento empírico, con la selección de los modelos autorregresivos como el mecanismo de validación más apropiado en la estimación de las reglas de política, en el **capítulo 2** se estimó un Vector de Corrección del Error para el periodo 2003M08-2014M10. En su análisis de cointegración (cuadro 1), la tasa de interés nominal responde significativamente a las variaciones de la brecha de inflación y tipo de cambio real, mientras que la brecha del producto, no tiene una significancia estadística en la determinación de la política monetaria. En su análisis de descomposición de la varianza (cuadro 2), nuevamente la brecha de inflación es la variable de mayor importancia en la composición de la tasa de interés, seguida del tipo de cambio real, y en última instancia la brecha del producto.

En relación a la evidencia estadística (1999-2015), al comparar el funcionamiento de las metas de inflación en el país con el resto de economías en América Latina que siguen la estrategia, se encuentra lo siguiente: (i) el éxito de las metas de inflación en México se asume como *moderado* (del 47%), toda vez que países como Brasil, Chile, Colombia y Perú, tienen una mayor efectividad en el cumplimiento de sus rangos de inflación (cuadro 3); (ii) con la tasa de

interés más estable de la zona (figura 1), la política monetaria de México no tiene los resultados esperados en el estímulo de su actividad económica (cuadros 4 y 5), lo que si ocurre en economías como la brasileña, a pesar de mantener una *estricta* política monetaria; y (iii) con una preponderante disminución en el valor real de su moneda (figura 2), las escasas apreciaciones del tipo de cambio en México, tienen una de las mayores incidencias en el cumplimiento de sus metas de inflación (cuadro 6).

Por consiguiente, tanto en su enfoque econométrico como estadístico, la evidencia aquí presentada describe al régimen de metas de inflación en México como un *sistema híbrido*, donde la tasa de interés nominal (*instrumento de política*) y las apreciaciones del tipo de cambio real (*instrumento intermedio*), tienen como primordial objetivo, la estabilización de la inflación dentro de una meta numérica.⁵² En cuanto a su discrecionalidad, al mostrarse *inflexible* la conducción del Banco de México a través del tiempo, su plan de trabajo (a la Kydland-Prescott)⁵³ asume también la característica de *consistencia-temporal*: el cumplimiento de su mandato constitucional como independiente de las prácticas económicas.

Finalmente, aunque en años recientes las recurrentes apreciaciones del tipo de cambio en México han sido documentadas como un “miedo a depreciar”,⁵⁴ lo que parece prevalecer en la política monetaria del país es más bien una flotación *acomodatícia*: apreciación (o depreciación) del tipo de cambio, dependiendo de la situación económica en vigencia. Pero, como es lógico, para formalizar adecuadamente estas observaciones, haría falta analizar con mayor detalle (año

⁵² Entiéndase por *sistema híbrido*, la combinación de prácticas conservadoras y heterodoxas, en la obtención y elección de los objetivos e instrumentos de política, respectivamente.

⁵³ En el viejo debate “regla fija” versus “discrecionalidad”, Kydland y Prescott (1977) argumentan que cuando un banco central se inclina por obtener mejores resultados a corto plazo, únicamente se está condenando a producir una tasa de inflación sistemáticamente más grande que la esperada. A este manejo discrecional de la política económica, Kydland y Prescott lo denominaron *inconsistencia-temporal* (Blinder, 1999: 38-40).

⁵⁴ “Las razones del ‘miedo a depreciar’ son similares a las del ‘miedo a flotar’ [...]: el impacto de las depreciaciones en la inflación y el aumento en el valor real de las deudas denominadas en moneda extranjera que ponen en dificultades a deudores y acreedores” (Ros, 2013: 136).

por año), en qué medida el Banco de México ha pretendido estabilizar a su tipo de cambio, así como las actuaciones que ha emprendido para conseguirlo.

Referencias Bibliográficas

- Angeriz, Á., Arestis, P., 2009. “Objetivo de inflación: evaluación de la evidencia”. *Investigación Económica*, 68(SPE.): 21-46.
- Arestis, P., Sawyer, M.C., 2003. “Inflation targeting: a critical appraisal”. Levy Economics Institute of Bard College, Working Paper 388.
- Ball, L.M., 1997. “Efficient rules for monetary policy”. National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper 5952.
- Ball, L.M., 1998. “Policy rules for open economies”. NBER, Working Paper 6760.
- Ball, L.M., Sheridan, N., 2003. “Does inflation targeting matter?”. NBER, Working Paper 9577.
- Banco Central de Brasil (BCB), 2017. *Histórico das metas para inflação* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/n/SISMETAS>>.
- Banco Central de Chile (BCCCh), 2007. *La política monetaria del Banco Central de Chile en el marco de metas de inflación* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books/about/La_pol%C3%ADtica_monetaria_del_Banco_Central.html?id=zOi2AAAAIAAJ&redir_esc=y>.
- Banco Central de Guatemala (BANGUAT), 2015. *Evaluación de la política monetaria, cambiaria y crediticia, a noviembre de 2015, y perspectivas económicas para 2016* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=121516&aud=1&lang=1>>.
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), 2002. *Programa monetario para el año 2002: enero 2002* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.bcrp.gob.pe/politica-monetaria/notas-informativas-del-programa-monetario.html>>.

- Banco de la República-Colombia (BANREP), 2017. *Meta de inflación* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.banrep.gov.co/es/meta-inflacion>>.
- Banco de la Reserva de Nueva Zelanda (BRNZ), 1990. *Policy targets agreement for 1990* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.rbnz.govt.nz/monetary-policy/policy-targets-agreements/pta1990-mar>>.
- BANGUAT, 2017. *Evaluaciones de política monetaria, cambiaria y crediticia 1998-2014* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=119371&aud=1&lang=1>>.
- BANXICO, 2017a. *Esquema de objetivos de inflación* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.banxico.org.mx/divulgacion/politica-monetaria-e-inflacion/politica-monetaria-inflacion.html#Esquemadeobjetivosdeinflacion>>.
- BANXICO, 2017b. *Índice de tipo de cambio real* [consultado 25 Mar. 2017]. Disponible en: <<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CR60&locale=es>>.
- BCRP, 2007. *Nota informativa: BCRP reduce meta de inflación a 2,0 por ciento* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.bcrp.gob.pe/politica-monetaria/notas-informativas-del-programa-monetario.html>>.
- Bernanke, B.S., Mishkin, F.S., 1997. "Inflation targeting: a new framework for monetary policy?". NBER, Working Paper 5893.
- Blinder, A.S., 1999. *El banco central: teoría y práctica*. Antoni Bosch editor, España.
- Calvo, G.A., 1983. "Staggered prices in a utility-maximizing framework". *Journal of Monetary Economics*, 12(3): 383-398.
- Calvo, G.A., Reinhart, C.M., 2000. "Fear of floating". NBER, Working Paper 7993.

- Cámara de Diputados, 1993 (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* [consultado 25 Jun. 2017]. Disponible en: <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>>.
- Cecchetti, S.G., Ehrmann, M., 1999. “Does inflation targeting increase output volatility? An international comparison of policymakers’ preferences and outcomes”. NBER, Working Paper 7426.
- Cermeño, R., Orellana, J., Villagómez, F.A., 2012. “Monetary policy rules in a small open economy: an application to Mexico”. *Journal of Applied Economics*, 15(2): 259-286.
- Clarida, R.H., Galí, J., Gertler, M., 1999. “The science of monetary policy: a new Keynesian perspective”. NBER, Working Paper 7147.
- Clarida, R.H., Galí, J., Gertler, M., 2001. “Optimal monetary policy in closed versus open economies: an integrated approach”. NBER, Working Paper 8604.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017. *Estadísticas e Indicadores (económicos)* [consultado 25 Mar. 2017]. Disponible en: <http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp?idioma=e>.
- Corbo, V., Landerretche, O., Schmidt-Hebbel, K., 2001. “Assessing inflation targeting after a decade of world experience”. *International Journal of Finance & Economics*, 6(4): 343-368.
- De Mello, L., Moccero, D., 2007. “Monetary policy and macroeconomic stability in Latin America: the cases of Brazil, Chile, Colombia and Mexico”. OCDE-Departamento de Economía, Working Paper 545.
- De Paula, L.F., Ferrari-Filho, F., 2010. “Arestis and Sawyer’s criticism on the New Consensus Macroeconomics: some issues related to emerging countries”. En: Fontana, G.,

- McCombie, J., Sawyer, M.C., (eds.). *Macroeconomics, finance and money: essays in honour of Philip Arestis*. Palgrave Macmillan, Reino Unido, pp. 19-34.
- Galindo, L.M., Guerrero, C., 2003. “La regla de Taylor para México: un análisis econométrico”. *Investigación Económica*, 62(246): 149-167.
- García-Solanes, J., Torrejón-Flores, F., 2012. “La fijación de metas de inflación da buenos resultados en América Latina”. *Revista CEPAL*, (106): 37-55.
- García-Solanes, J., Torrejón-Flores, F., 2015. “Las variaciones del tipo de cambio y el índice de inflación en las economías emergentes”. *Revista CEPAL*, (116): 27-46.
- Gerdemeier, D., Roffia, B., 2003. “Empirical estimates of reaction functions for the euro area”. Banco Central Europeo, Working Paper 206.
- Gerlach, S., Schnabel, G., 2000. “The Taylor rule and interest rates in the EMU area”. *Economics Letters*, 67(2): 165-171.
- Gonçalves, C.E.S., Salles, J.M., 2008. “Inflation targeting in emerging economies: what do the data say?”. *Journal of Development Economics*, 85(1): 312-318.
- INEGI, 2017. *Banco de Información Económica* [consultado 25 Mar. 2017]. Disponible en: <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>>.
- Johansen, S., 1988. “Statistical analysis of cointegration vectors”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2): 231-254.
- Kydland, F.E., Prescott, E.C., 1977. “Rules rather than discretion: the inconsistency of optimal plans”. *Journal of Political Economy*, 85(3): 473-491.
- Leitemo, K., Söderström, U., 2008. “Robust monetary policy in a small open economy”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(10): 3218-3252.

- Lin, S., Ye, H., 2007. “Does inflation targeting really make a difference? Evaluating the treatment effect of inflation targeting in seven industrial countries”. *Journal of Monetary Economics*, 54(8): 2521-2533.
- Lin, S., Ye, H., 2009. “Does inflation targeting make a difference in developing countries?”. *Journal of Development Economics*, 89(1): 118-123.
- Martínez, L., Sánchez, O., Werner, A., 2001. “Consideraciones sobre la conducción de la política monetaria y el mecanismo de transmisión en México”. BANXICO, Documento de Investigación 2001-02.
- Mishkin, F.S., 2000. “Inflation targeting in emerging market countries”. NBER, Working Paper 7618.
- Mishkin, F.S., 2004. “Can inflation targeting work in emerging market countries?”. NBER, Working Paper 10646.
- Mishkin, F.S., Schmidt-Hebbel, K., 2001. “One decade of inflation targeting in the world: what do we know and what do we need to know?”. NBER, Working Paper 8397.
- Neumann, M.J.M., Von Hagen, J., 2002. “Does inflation targeting matter?”. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 84(4): 127-148.
- Noriega, A.E., Ramos-Francia, M., 2009. “On the dynamics of inflation persistence around the world”. BANXICO, Documento de Investigación 2009-02.
- Pérez-Laurrabaquio, O., 2012. “Un estudio empírico de la Regla de Taylor para México”. *Economía Informa*, (375): 55-67.
- Pérez-Laurrabaquio, O., 2014. “Relación no lineal entre la inflación y crecimiento económico: la experiencia de México”. *Problemas del Desarrollo*, 45(177): 141-167.
- Ramos-Francia, M., Torres, A., 2005. “Reducing inflation through inflation targeting: the Mexican experience”. BANXICO, Documento de Investigación 2005-01.

- Roger, S., Stone, M.R., 2005. "On target? The international experience with achieving inflation targets". Fondo Monetario Internacional (FMI), Working Paper 163.
- Ros, J., 2013. *Algunas tesis equivocadas sobre el estancamiento económico de México*. El Colegio de México-UNAM, México.
- Schmidt-Hebbel, K., Werner, A., 2002. "Inflation targeting in Brazil, Chile, and Mexico: performance, credibility, and the exchange rate". BCCh, Documento de Trabajo 171.
- Sek, S.K., 2009. "Interactions between monetary policy and exchange rate in inflation targeting emerging countries: the case of three East Asian countries". *International Journal of Economics and Finance*, 1(2): 27-44.
- Selim, H., 2012. "Exploring the role of the exchange rate in monetary policy in Egypt". Economic Research Forum, Working Paper 733.
- Sterne, G., 2001. "Inflation targets in a global context". BCCh, Documento de Trabajo 114.
- Svensson, L.E.O., 1996. "Inflation forecast targeting: implementing and monitoring inflation targets". NBER, Working Paper 5797.
- Svensson, L.E.O., 1998. "Open-economy inflation targeting". NBER, Working Paper 6545.
- Taylor, J.B., 1993. "Discretion versus policy rules in practice". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39: 195-214.
- Taylor, J.B., 1998. "An historical analysis of monetary policy rules". NBER, Working Paper 6768.
- Taylor, J.B., 2001. "The role of the exchange rate in monetary-policy rules". *American Economic Review*, 91(2): 263-267.

Anexo Estadístico

- **Apartado I (regla de política):**

Tomando a los shocks de $\tilde{\pi}_t$, \tilde{y}_t y e_t como las variables de estado de las ecuaciones (1), (2) y (3), se forma el siguiente sistema matricial:

$$\begin{bmatrix} \tilde{\pi}_t \\ \tilde{y}_t \\ e_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{\tilde{\pi}} & a_{\tilde{y}} & a_e \\ b_{\tilde{\pi}} & b_{\tilde{y}} & b_e \\ c_{\tilde{\pi}} & c_{\tilde{y}} & c_e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} \\ \varepsilon_t^{\tilde{y}} \\ \varepsilon_t^e \end{bmatrix} \dots\dots\dots (I.1)$$

Resolviendo para cada variable:

$$\tilde{\pi}_t = a_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + a_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + a_e\varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.2)$$

$$\tilde{y}_t = b_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + b_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + b_e\varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.3)$$

$$e_t = c_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + c_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + c_e\varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.4)$$

Las expresiones (I.2), (I.3) y (I.4) son las formas reducidas de la brecha de inflación, brecha del producto y tipo de cambio real.

Para definir los valores de a_j y c_j presentes en la regla de política de la ecuación (13), se empieza por sustituir a \tilde{y}_t de la ecuación (10) en (1), y a i_t de la ecuación (11) en (3):

$$B\tilde{\pi}_t = \alpha E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \gamma e_t + \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} \dots\dots\dots (I.5)$$

$$B \equiv (1 + \beta A) > 0$$

$$De_t = DE_t e_{t+1} - C\tilde{\pi}_t + CE_t \tilde{\pi}_{t+1} + (i_t^* - E_t \pi_{t+1}^*) - \delta^{-1} \varepsilon_t^{\tilde{y}} + \varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.6)$$

$$C \equiv (\delta^{-1}A) > 0; \quad D \equiv (1 + \delta^{-1}\theta) > 0$$

Con la persistencia de los valores futuros y de las variables del exterior como exógenas:

$$B\tilde{\pi}_t = \gamma e_t + \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} \dots\dots\dots (I.7)$$

$$De_t = -C\tilde{\pi}_t - \delta^{-1} \varepsilon_t^{\tilde{y}} + \varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.8)$$

Para eliminar a la brecha de inflación y tipo de cambio real de las ecuaciones (I.7) y (I.8), se sustituye en cada una de ellas las expresiones (I.2) y (1.4):

$$B(a_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + a_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + a_e\varepsilon_t^e) = \gamma(c_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + c_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + c_e\varepsilon_t^e) + \varepsilon_t^{\tilde{\pi}} \dots\dots\dots (I.9)$$

$$D(c_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + c_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + c_e\varepsilon_t^e) = -C(a_{\tilde{\pi}}\varepsilon_t^{\tilde{\pi}} + a_{\tilde{y}}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + a_e\varepsilon_t^e) - \delta^{-1}\varepsilon_t^{\tilde{y}} + \varepsilon_t^e \dots\dots\dots (I.10)$$

Por el método de *coeficientes indeterminados*:

$$a_{\tilde{\pi}} = \frac{\gamma c_{\tilde{\pi}}}{B} + \frac{1}{B}; \quad a_{\tilde{y}} = \frac{\gamma c_{\tilde{y}}}{B}; \quad a_e = \frac{\gamma c_e}{B} \dots\dots\dots (I.11)$$

$$c_{\tilde{\pi}} = -\frac{a_{\tilde{\pi}}C}{D}; \quad c_{\tilde{y}} = -\frac{a_{\tilde{y}}C}{D} - \frac{\delta^{-1}}{D}; \quad c_e = -\frac{a_eC}{D} + \frac{1}{D} \dots\dots\dots (I.12)$$

Combinando ambas expresiones, se obtienen finalmente los valores deseados:

$$a'_{\tilde{\pi}} = \frac{D}{E}; \quad a'_{\tilde{y}} = -\frac{\gamma\delta^{-1}}{E}; \quad a'_e = \frac{\gamma}{E} \dots\dots\dots (I.13)$$

$$c'_{\tilde{\pi}} = -\frac{C}{E}; \quad c'_{\tilde{y}} = -\frac{\delta^{-1}B}{E}; \quad c'_e = \frac{B}{E} \dots\dots\dots (I.14)$$

$$E \equiv (\gamma C + BD) > 0$$

Donde $a'_{\tilde{\pi}}$, a'_e y c'_e son positivos, y $a'_{\tilde{y}}$, $c'_{\tilde{\pi}}$ y $c'_{\tilde{y}}$ negativos.

- **Apartado II (modelo VEC):**

Cuadro I
Pruebas de raíz unitaria (variables)

Variables	Dickey-Fuller ^a			Dickey-Fuller Aumentada ^b			Phillips-Perron ^c		
	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$
i_t	I y T	-1.69	-3.00	I y T	-3.11	-3.44	I y T	-3.18	-3.44
	I	-1.49	-1.94	I	-0.96	-2.88	I	-1.22	-2.88
	-	-	-	Nada	-0.98	-1.94	Nada	-0.63	-1.94

Δi_t	I y T	-3.82	-3.00	I y T	-3.98	-3.44	I y T	-10.34	-3.44
	I	-3.20	-1.94	I	-3.92	-2.88	I	-10.19	-2.88
	-	-	-	Nada	-3.92	-1.94	Nada	-10.22	-1.94
\tilde{y}_t	I y T	-2.73	-3.00	I y T	-1.44	-3.45	I y T	-8.13	-3.44
	I	-2.15	-1.94	I	-1.45	-2.89	I	-8.16	-2.88
	-	-	-	Nada	-1.44	-1.94	Nada	-8.19	-1.94
$\Delta \tilde{y}_t$	I y T	-4.78	-3.00	I y T	-16.83	-3.44	I y T	-37.06	-3.44
	I	-6.68	-1.94	I	-16.89	-2.88	I	-37.05	-2.88
	-	-	-	Nada	-16.96	-1.94	Nada	-37.18	-1.94
e_t	I y T	-2.28	-3.00	I y T	-1.54	-3.45	I y T	-2.45	-3.44
	I	-1.41	-1.94	I	-1.69	-2.88	I	-2.54	-2.88
	-	-	-	Nada	-0.04	-1.94	Nada	-0.06	-1.94
Δe_t	I y T	-5.09	-3.00	I y T	-9.78	-3.44	I y T	-9.65	-3.44
	I	-3.38	-1.94	I	-9.79	-2.88	I	-9.66	-2.88
	-	-	-	Nada	-9.82	-1.94	Nada	-9.70	-1.94
$\tilde{\pi}_t$	I y T	-2.30	-3.00	I y T	-2.14	-3.45	I y T	-2.58	-3.44
	I	-2.28	-1.94	I	-2.14	-2.89	I	-2.56	-2.88
	-	-	-	Nada	-1.15	-1.94	Nada	-1.14	-1.94
$\Delta \tilde{\pi}_t$	I y T	-6.00	-3.00	I y T	-7.23	-3.44	I y T	-10.32	-3.44
	I	-6.02	-1.94	I	-7.26	-2.88	I	-10.45	-2.88
	-	-	-	Nada	-7.29	-1.94	Nada	-10.60	-1.94

^{a/} Rezagos especificados: 4.

^{b/} Criterio de inf.: Akaike modificado (12 rezagos).

^{c/} Espectral: Bartlett kernel; Banda ancha: Newey-West.

^{a,b,c/} H_0 = Raíz unitaria; H_a = Estacionaria.

Δ = Primera diferencia.

I = Intercepto.

T = Tendencia lineal.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro II Selección de rezagos

Rezagos	LR	FPE	Akaike	Schwarz	Hannan-Quinn
1	-	0.23	9.90	10.25*	10.04
2	57.26	0.19	9.69	10.38	9.97*
16	31.92*	0.11	8.84	14.35	11.08
19	25.55	0.10*	8.49	15.03	11.15
28	13.93	0.31	7.33*	16.97	11.24

LR: Prueba secuencial LR modificada (5% de confianza).
FPE: Error de predicción final.
* indica el número de rezagos.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro III
Vectores de cointegración

Rango	Criterio de Akaike					Criterio de Schwarz				
	-	I	I	I	I	-	I	I	I	I
	-	-	-	T	T ²	-	-	-	T	T ²
0	7.73	7.73	7.67	7.67	7.28	17.37	17.37	17.40	17.40	17.10
1	7.27	7.28	7.25	6.48	6.12	17.08	17.12	17.15	16.41	16.11
2	7.01	7.03	7.02	6.08	5.84	17.00	17.06	17.09	16.20	16.00*
3	6.87	6.82	6.82	5.89	5.70*	17.03	17.05	17.06	16.20	16.03

I = Intercepto.
T = Tendencia lineal.
T² = Tendencia cuadrática.
* indica el rango de cointegración.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro IV
Significancia de las relaciones de cointegración

Relaciones	Traza			Máximo valor propio		
	<i>t_{prueba}</i>	<i>t_{0.05}</i>	Prob.	<i>t_{prueba}</i>	<i>t_{0.05}</i>	Prob.
Ninguna*	266.43	55.25	0.00	172.80	30.82	0.00
Hasta 1*	93.63	35.01	0.00	53.87	24.25	0.00
Hasta 2*	39.76	18.40	0.00	35.59	17.15	0.00
Hasta 3*	4.17	3.84	0.04	4.17	3.84	0.04

* indica las relaciones de cointegración.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro V
Autocorrelación

Rezagos	Est. LM	Prob.	Rezagos	Est. LM	Prob.
1	8.13	0.94	15	11.56	0.77
2	12.84	0.68	16	22.66	0.12
3	16.45	0.42	17	12.54	0.71
4	13.51	0.64	18	24.96	0.07
5	28.54	0.03	19	17.18	0.37
6	15.73	0.47	20	16.86	0.40
7	18.85	0.28	21	15.66	0.48
8	18.75	0.28	22	12.48	0.71
9	18.55	0.29	23	18.00	0.32
10	15.45	0.49	24	12.15	0.73
11	13.43	0.64	25	16.93	0.39
12	24.91	0.07	26	18.15	0.31
13	15.13	0.52	27	28.14	0.03
14	15.92	0.46	28	9.30	0.90

H₀ = No correlación serial.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro VI
Normalidad

Residuales	Lutkepohl	Doornik-Hansen	Urzúa
u_t^i	0.10	0.11	0.11
$u_t^{\tilde{y}}$	0.37	0.11	0.21
u_t^e	0.95	0.65	0.65
$u_t^{\tilde{\pi}}$	0.41	0.36	0.33
Conjunta	0.38	0.17	0.00

H₀ = Normalidad multivariante.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro VII
Heteroscedasticidad

Residuales	Wald (chi-cuadrada)	Prob.
u_t^i	25.28	0.00
$u_t^{\tilde{y}}$	31.46	0.00
u_t^e	22.59	0.00
$u_t^{\tilde{\pi}}$	31.21	0.00

Computo con datos en rangos.
H₀ = Caminata aleatoria (heteroscedasticidad).

Fuente: elaboración propia.

Cuadro VIII
Pruebas de raíz unitaria (residuales)

Residuales	Dickey-Fuller ^a			Dickey-Fuller Aumentada ^b			Phillips-Perron ^c		
	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$	Modelo	t_{prueba}	$t_{0.05}$
u_t^i	I y T	-6.43	-3.00	I y T	-6.40	-3.44	I y T	-11.65	-3.44
	I	-6.35	-1.94	I	-6.43	-2.88	I	-11.71	-2.88
	-	-	-	Nada	-6.46	-1.94	Nada	-11.76	-1.94
$u_t^{\tilde{y}}$	I y T	-6.02	-3.00	I y T	-5.99	-3.44	I y T	-11.86	-3.44
	I	-5.96	-1.94	I	-6.01	-2.88	I	-11.90	-2.88
	-	-	-	Nada	-6.04	-1.94	Nada	-11.95	-1.94
u_t^e	I y T	-3.84	-3.00	I y T	-3.81	-3.44	I y T	-10.41	-3.44
	I	-3.83	-1.94	I	-3.83	-2.88	I	-10.45	-2.88
	-	-	-	Nada	-3.85	-1.94	Nada	-10.49	-1.94
$u_t^{\tilde{\pi}}$	I y T	-4.38	-3.00	I y T	-5.10	-3.44	I y T	-11.57	-3.44
	I	-5.04	-1.94	I	-5.12	-2.88	I	-11.62	-2.88
	-	-	-	Nada	-5.15	-1.94	Nada	-11.66	-1.94

^{a,b}/ Rezagos especificados: 4.

^c/ Espectral: Bartlett kernel; Banda ancha: Newey-West.

^{a,b,c}/ H₀ = Raíz unitaria; H_a = Estacionaria.

I = Intercepto.

T = Tendencia lineal.

Fuente: elaboración propia.