

# Estimación de la volatilidad cambiaria mexicana durante el régimen de metas de inflación

Miriam Sosa  
Edgar Ortiz  
Alejandra Cabello

## 1. Introducción

En la década de 1990, tanto países emergentes como desarrollados iniciaron la implementación de políticas de metas de inflación como ancla nominal<sup>1</sup> para paliar los estragos de las crisis de deuda. Así, los países industrializados, sobre todo, Estados Unidos, por medio del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, impusieron el esquema de metas de inflación como condición para otorgar ayuda y créditos a los países con problemas de deuda.

Otros aspectos que motivaron la adopción de metas de inflación fueron: la innovación financiera (nuevos productos e instrumentos), aumento importante en la movilidad de capitales y los cambios en las expectativas, los cuales causaron disrupciones entre las metas intermedias y el objetivo de política monetaria, la inflación. De tal forma que, hubo modificaciones importantes en los mecanismos de instrumentación de la política monetaria sustituyendo las metas intermedias tradicionales, como anclas nominales, por esquemas de dolarización completa, cajas de convertibilidad o estableciendo explícitamente las metas de inflación (Mendoza, 2012).

La instrumentación de la política de metas de inflación tiene como requisito indispensable la autonomía del Banco Central, pues es el organismo responsable de la instrumentación de la política monetaria. Para

---

<sup>1</sup> Instrumento de política económica que permite orientar y guiar las expectativas inflacionarias de los agentes económicos (Chapoy, 2005).

lograr este objetivo de corto plazo, en el caso de México, así como en otras economías emergentes, se adoptó la regla de Taylor, donde la tasa de interés es la herramienta reguladora de los precios de las mercancías (Fortuno y Perrotini, 2007).

Los resultados obtenidos a partir de la adopción de la regla de Taylor en la economía mexicana han sido favorables en términos de la reducción de la inflación, pero han tenido resultados adversos en términos de crecimiento, el cual ha mostrado incertidumbre en su evolución y pobre desempeño. Igualmente, se ha observado un proceso acelerado de acumulación de reservas internacionales y una constante depreciación del peso mexicano frente al dólar.

Debido a que la economía mexicana ha experimentado una creciente dependencia hacia el exterior, baja competitividad y términos de intercambio desfavorables, la implementación de la política monetaria se realiza a partir de una estrategia dual, que permita la estabilidad de precios, en la que se combina la tasa de interés y el tipo de cambio.

Con base en lo anterior se revela que, para el caso de México, la regla de Taylor no es suficiente para lograr la estabilidad de precios, debido al alto impacto que tiene en los mismos la variación en el tipo de cambio, principalmente por dos razones: por el alto contenido de insumos importados que contienen las exportaciones mexicanas y dado el alto coeficiente de traspaso (*pass through*) del tipo de cambio a los precios.

En este sentido, el presente capítulo tiene por objetivo analizar la volatilidad del tipo de cambio, por sexenio, durante el periodo de instrumentación de la política de metas de inflación (1994-2018). Para lograr dicho objetivo se emplean modelos Generalizados Autorregresivos con Heteroscedasticidad Condicional (GARCH) simétricos y asimétricos, permitiendo capturar la evolución de dicha variable clave en los distintos periodos de gobierno.

El análisis es de suma importancia para comprender la naturaleza de las variaciones en el precio relativo de la moneda mexicana frente al dólar estadounidense. La evidencia empírica aporta valiosa información para la implementación de política monetaria que promueva la estabilidad en el mercado cambiario, disminuyendo los efectos inflacionarios y los impactos negativos que dichos efectos causan en la economía real.

El trabajo se encuentra organizado en cinco secciones, la segunda expone la literatura previa y los datos, la tercera describe la metodología, la número cuatro presenta y analiza los resultados y la quinta concluye el trabajo.

## 2. Literatura Previa y Datos

El riesgo asociado a variaciones en el tipo de cambio y la determinación y predicción del mismo han sido temas extensamente abordados en la literatura desde diversos enfoques.

Dentro de algunos estudios que analizan la volatilidad del tipo de cambio, a partir de modelos ARCH, se encuentran Fišer y Horvath (2010), los cuales examinan el impacto del diferencial de la tasa de interés, comunicaciones del Banco Central checo, y las noticias macroeconómicas en la volatilidad del tipo de cambio; Fidrmuc y Horváth (2008) analizan la dinámica del tipo de cambio de cinco países de Europa Oriental pertenecientes a la Unión Europea; Stancik (2006) también analiza una muestra de países europeos parecida a la propuesta por Fidrmuc, *et al.* Olowe (2009) analiza el mercado cambiario de Nigeria desde la década de 1970; Kamal, Ghani y Khan (2012) modelan la volatilidad del mercado cambiario pakistání; y, McKenzie y Mitchell (2002) estudian los hechos estilizados de las series cambiarias de las 17 monedas bilateralmente más negociadas. Estos son algunos de dichos estudios.

De manera específica, aquellos estudios que analizan la volatilidad del tipo de cambio durante la implementación de políticas de metas de inflación se encuentran Ghosh, Ostry y Chamon (2016) que analizan la política monetaria y cambiaria en economías emergentes, concluyen que es necesaria la acción discrecional por parte de las autoridades monetarias ante la presencia de choques domésticos o extranjeros. Se evidencia que la intervención en el mercado cambiario incrementa el bienestar, sobre todo, ante la presencia de políticas de metas de inflación.

Ouyang y Rajan (2016) analizan el impacto del régimen de metas de inflación en la volatilidad cambiaria en países asiáticos durante el periodo 2007-2012. Los resultados sugieren que la política de metas de inflación no ha enfrentado mayores niveles de volatilidad cambiaria que otros regímenes; si bien estos países han logrado menores niveles de inflación, también tienen menores tasas de crecimiento.

Katusiime y Agbola (2018) estudian el impacto de la intervención del Banco Central en el mercado cambiario ante la instrumentación de objetivos de inflación para la economía de Uganda en el periodo 2005-2015, para ello emplean un modelo GARCH. Su evidencia empírica señala que la política de metas inflacionarias es efectiva para frenar la volatilidad en el tipo de cambio.

En esta misma línea de investigación, Kal, Arslaner y Arslaner (2015) exploran la relación empírica existente entre la política de metas de inflación y la volatilidad de la moneda en Turquía. Los resultados muestran que los objetivos de metas de inflación están asociados con mayor volatilidad cambiaria. Así, la volatilidad cambiaria es un costo adicional del *target* inflacionario.

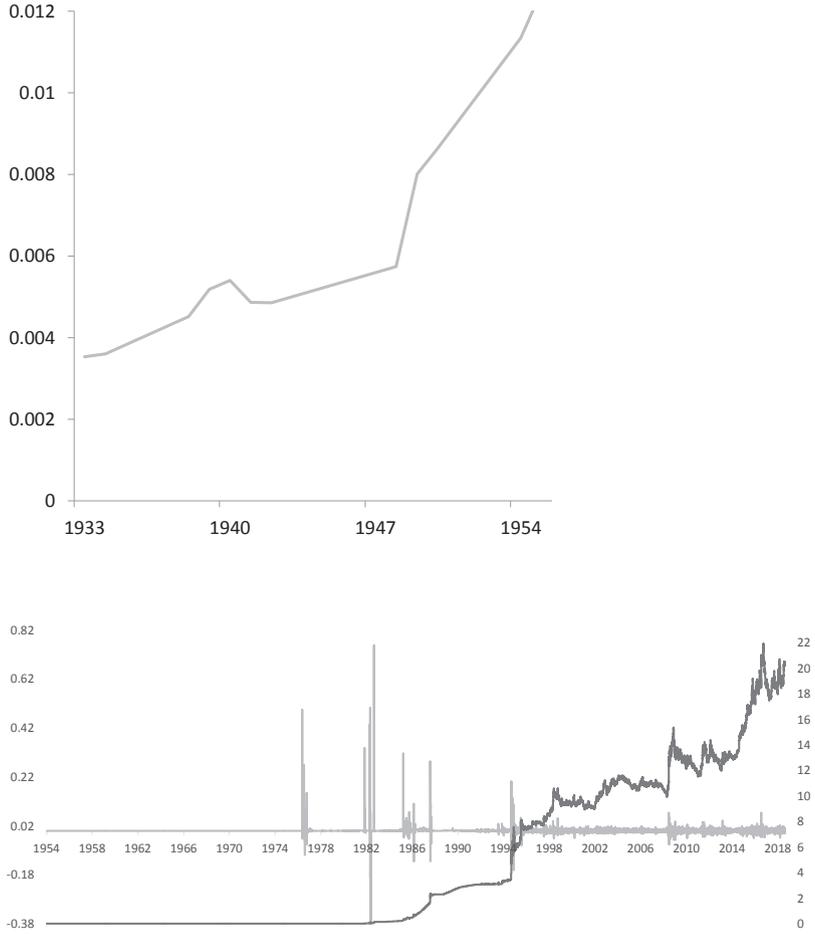
Siguiendo con la línea de investigación de la reciente literatura previamente señalada, el presente trabajo tiene por objetivo analizar la volatilidad cambiaria durante el régimen de metas de inflación en México.

### *Datos*

La muestra se compone de la serie histórica del tipo de cambio compilada del Sistema de Información Económica de Banxico del 1 de diciembre de 1994 al 30 de noviembre de 2018.

La Gráfica 1 ilustra las variaciones del precio relativo de la moneda mexicana con respecto al dólar estadounidense, tanto en niveles como en diferencias logarítmicas (rendimientos). Es posible notar importantes cambios en el comportamiento de los rendimientos de la serie a partir de la implementación de la política de metas de inflación. Aparentemente, se presenta un incremento en la volatilidad (cada vez varía en un mayor rango), hay conjuntos de volatilidad, persistencia y asimetría en la misma, características a comprobarse por medio de la modelación GARCH simétrica y asimétrica. Para el caso de la serie en niveles, se puede observar una importante depreciación del peso mexicano frente al dólar, sobre todo en los últimos seis años de la serie.

**Gráfica 1.** Serie histórica del tipo de cambio en niveles y diferencias logarítmicas



Fuente: elaboración propia con datos de Banco de México.

### 3. Metodología

La modelación de las series incluye los rendimientos diarios del tipo de cambio peso dólar. La aplicación del modelo requiere que las series sean estacionarias, i.e., que no presenten raíz unitaria. Para probar que dicha condición se cumple se aplican las pruebas ADF (Dickey Fuller Aumentada) propuesta por Dickey y Fuller (1979) y PP (Phillips Perron)<sup>2</sup> desarrollada en 1988 por dichos autores.

Una vez probada la condición de estacionaridad en las series cambiarias, se modela la volatilidad del tipo de cambio a partir del modelo GARCH simétrico, el cual permite determinar si existe persistencia en la volatilidad y que tan elevada es. Dentro del modelo GARCH, desarrollado por Bollerslev (1986) y Taylor (1986), la estimación de la varianza condicional depende no sólo de los cuadrados de las perturbaciones, sino también de las varianzas condicionales de periodos anteriores (Casas y Cepeda, 2008). Así, la varianza condicional del modelo GARCH (q, p) es especificada como:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (1)$$

Donde es necesario que se cumplan las siguientes condiciones, para asegurar que la varianza condicional sea positiva:  $\alpha_0 > 0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_q \geq 0$  y  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_q \geq 0$ .

Este modelo, también es conocido como GARCH simétrico, ya que se asume que cambios negativos impactan en la misma magnitud que las variaciones positivas. A  $h_t$  se le denomina varianza condicional, pues es estimada a partir de información pasada relevante. Los coeficientes rezagados del GARCH  $\beta_i$  indican que los efectos de cambios en la varianza condicional, toman largo tiempo en desaparecer, a esta propiedad de la serie se denomina persistencia en la volatilidad. Grandes valores en el coeficiente de error del GARCH  $\alpha_j$  indican que la volatilidad reacciona intensamente a los movimientos del mercado. Si el valor de  $(\alpha + \beta)$  es cercano y menor a la unidad, significa que un choque recibido en el tiempo  $t$  persistirá en periodos futuros. Un alto valor, implicará que la serie tiene memoria larga (Kamal et al., 2012).

2 Para más información sobre las pruebas consultar: Mushtaq (2011) y Phillips y Perron (1988).

Con el propósito de probar la asimetría en la volatilidad, se realiza la modelación a través del GARCH umbral (TARCH) desarrollado por Zakoian (1994). Para el modelo en cuestión, la especificación generalizada de la ecuación de varianza condicional está dada por:

$$\sigma^2 = \alpha + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{h=1}^r \gamma_h \varepsilon_{t-h}^2 d_{t-h} \quad (2)$$

Donde  $d_t = 1$  si  $\varepsilon_t < 0$

En este modelo si  $\varepsilon_{t-i} > 0$ , los valores positivos del residuo se interpretan como buenas noticias.  $\varepsilon_{t-i} < 0$  y los valores negativos del residuo representan malas noticias. En este modelo el efecto sobre la varianza condicional genera que las buenas noticias tengan un impacto de  $\alpha_i$  y las malas noticias un efecto de  $\alpha_i + \gamma_i$ . Si  $\gamma_i > 0$ , las malas noticias incrementan la volatilidad, lo cual se conoce como efecto apalancamiento o *leverage*.

## Resultados

Los siguientes cuadros resumen los estadísticos básicos de las series, en niveles y rendimientos, a través de los diversos periodos. En la primera tabla es posible apreciar los efectos del régimen cambiario en el comportamiento de la serie en niveles, siendo el periodo del presidente Peña Nieto en el cual la media, el máximo y la desviación estándar han sido los mayores en todo el periodo. Cabe resaltar que la serie presentó sesgo negativo durante todo el periodo.

**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos de las series en niveles

	Ernesto Zedillo 1994-2000	Vicente Fox 2000-2006	Felipe Calderón 2006-2012	Enrique Peña 2012-2018
Media	8.282	10.467	12.275	16.3745
Máximo	10.6	11.633	15.365	21.9076
Mínimo	3.438	8.943	9.918	11.981
D. E.	1.307	0.778	1.173	2.7672
Sesgo	-0.707	-0.551	-0.151	-0.1097
Curtosis	3.374	1.934	2.007	1.51
Observaciones	1505	1516	1509	1507

Fuente: elaboración propia con datos de la estimación.

Los estadísticos descriptivos en rendimientos señalan que el periodo de mayor cambio relativo en la depreciación de la moneda (Peso/Dólar), ha sido en el periodo del presidente Zedillo. Cabe señalar que, en el mismo periodo, los rendimientos cambiarios sufrieron la mayor variación, medida a partir de la desviación estándar. Las series en rendimientos, a diferencia de en niveles, son sesgadas de forma positiva. Las pruebas de Jarque Bera y ARCH señalan que la distribución de las series no es normal y que existe efecto ARCH en las mismas, respectivamente.

**Cuadro 2.** Estadísticos descriptivos de las series en diferencias logarítmicas

	Ernesto Zedillo 1994-2000	Vicente Fox 2000-2006	Felipe Calderón 2006-2012	Enrique Peña 2012-2018
Media	0.00067	0.000103	0.000109	0.000301
Máximo	0.201137	0.018596	0.073328	0.073724
Mínimo	-0.159713	-0.018646	-0.055975	-0.029854
D. E.	0.013901	0.004655	0.007835	0.007027
Sesgo	2.84359	0.374927	0.776828	0.88505
Curtosis	65.56491	4.060539	15.67265	12.23196
Jarque-Bera	247327.2	106.4934	10242.46	5544.731
Observaciones	1504	1515	1508	1506

Fuente: elaboración propia con datos de las estimaciones.

La condición de estacionaridad se prueba mediante la prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF por sus siglas en inglés) y Phillips Perron. Los resultados del cuadro 3 sugieren que la hipótesis nula de la presencia de raíz unitaria es rechazada; se confirma que las series son estacionarias, tanto en niveles como en primeras diferencias. Para que la prueba de raíces unitarias tenga validez se requiere que no exista autocorrelación de primer orden entre los residuos, por lo cual, se realiza la prueba Breusch Godfrey, obteniendo valores con una probabilidad superior a 0.05; se rechaza la hipótesis nula, los residuos no están serialmente autocorrelacionados.

Una vez comprobada la condición de estacionaridad, se estima el modelo GARCH (1,1), elegido con base en el criterio de máxima verosimilitud;

además de ser el modelo que reporta coeficientes positivos y estadísticamente significativos. Para la estimación de los parámetros fue utilizado el logaritmo de optimización Marquardt.

### Cuadro 3. Pruebas de raíces unitarias ADF y PP

	ADF								Phillips-Perron	
	Intercepto		Intercepto y Tendencia		Intercepto		Intercepto y Tendencia			
	Niveles	PD	Niveles	PD	Niveles	PD	Niveles	PD	Niveles	PD
1994-2000	-4.03	-12.483	-5.196	-12.654	-4.03	-12.483	-5.196	-12.654		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000-2006	-36.769	-18.197	-36.764	-18.192	-36.712	-669.536	-36.706	-669.69		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006-2012	-37.733	-17.746	-37.723	-17.74	-37.726	-455.03	-37.716	-455.413		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012-2018	-29.037	-15.458	-29.073	-15.45	-28.973	-377.419	-29.066	-377.83		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.0001

\*Valores entre paréntesis indican probabilidad. La hipótesis nula de las pruebas ADF y PP es que las series tienen raíz unitaria.

Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 4 muestra los resultados de la estimación; todos los parámetros estimados son estadísticamente significativos. Como ARCH (1) y GARCH (1), representados por  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son estadísticamente significativos, quiere decir que la volatilidad del tipo de cambio pasado influencia de manera importante la volatilidad del periodo actual. El coeficiente  $\beta_1$  es el determinante del grado de persistencia, por lo cual, en la tabla es posible observar que el periodo de mayor persistencia en la volatilidad cambiaria ha sido 2006 -2012.

Otra cuestión importante de resaltar es que del año 1994 al 2006, la suma de los coeficientes  $\alpha + \beta$  es menor y muy cercana a la unidad, indicativo que en esos periodos se garantiza la condición de estacionaridad del proceso ARCH, es decir la varianza no crece de forma indefinida. En cuanto al periodo 2006-2018, los resultados indican que al ser la suma de

$\alpha + \beta$  mayor a uno, los shocks en la volatilidad son muy altos y permanecen a lo largo de todo el periodo, ya que la varianza no es estacionaria en el modelo GARCH.

El hecho de que el coeficiente de retardo de la varianza condicional  $\beta_1$  sea mayor, en todos los periodos, que el coeficiente de error  $\alpha_1$ , implica que hay persistencia de los shocks con efectos en el largo plazo, es decir la volatilidad no decae rápidamente, tiende a permanecer y su efecto se desvanece poco a poco.

Para garantizar que el modelo es adecuado, se prueba el modelo GARCH con el estadístico ARCH-LM, revelando la ausencia de efecto ARCH después de la modelación, comprobando la pertinencia de la estimación y el buen ajuste de la misma al ser los resultados de la prueba no significativos estadísticamente con una probabilidad mayor a 0.05.

#### Cuadro 4. Coeficientes de los modelos GARCH

	1994-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018
$\alpha_0$	6.33E-07	1.60E-06	2.85E-07	6.78E-07
	(0.000)*	(0.000)	(0.009)	(0.000)
$\alpha_1$	0.11365	0.091924	0.106647	0.127961
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
$\beta_1$	0.881888	0.83538	0.894	0.874
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
$\alpha_1 + \beta_1$	0.995538	0.927304	1.001131	1.0159
ARCH LM	0.514995	1.514918	0.017421	0.677501
Prob	(0.473)	(0.219)	(0.895)	(0.4106)

Nota: Valores entre paréntesis indican probabilidad.

Fuente: elaboración propia.

A lo largo de la literatura se ha reconocido que un hecho estilizado de las series cambiarias es la asimetría que presentan, ya que las noticias positivas y negativas de la misma magnitud tienen un impacto diferenciado en la volatilidad. Es por ello que se han desarrollado modelos capaces de capturar dicha característica de las series de entre los que destaca el modelo TARARCH, utilizado para este estudio. Los resultados de su aplicación se presentan en el cuadro 5.

Los parámetros de la serie, al igual que en el modelo GARCH, son estadísticamente significativos al 5% de confianza. Al ser estadísticamente significativo y negativo el término asimetría  $\gamma$  representado por  $(RESID < 0) * ARCH(1)$  indica que hay un comportamiento asimétrico en la serie y que las noticias negativas disminuyen la volatilidad en la serie, en otras palabras, el término asimetría con signo negativo implica menor varianza condicional ante la presencia de shocks negativos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por otros autores como Olowe (2009), Stancik (2006).

### Cuadro 5. Coeficientes de los modelos TARCH

	1994-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018
C	7.53E-07	3.23E-06	4.07E-07	6.14E-07
	(0.00)*	(0.00)	(0.00)	(0.00)
ARCH (1)	0.169813	0.169065	0.145198	0.151016
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
RESID < 0 ARCH (1) $\gamma$	-0.188739	-0.098377	-0.09659	-0.04627
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.030)
GARCH (1)	0.8955	0.72826	0.897133	0.8735
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
ARCH LM test	0.394186	2.02E-05	0.200879	0.794116
Prob	0.5302	0.9964	0.6541	0.3731

Nota: Valores entre paréntesis indican probabilidad.  
Fuente: elaboración propia.

Con respecto al punto anterior, al ser  $\alpha_1$  (ARCH (1)) el impacto de las buenas noticias en la volatilidad, los resultados revelarían que las buenas noticias (malas) incrementan (disminuyen) la volatilidad en la serie; dichos resultados podrían explicarse a partir de que un *shock* o *noticia* negativa, es decir una disminución en el precio relativo de las monedas, implicaría una apreciación cambiaria, lo cual se percibe como favorable y contribuye a la estabilidad de dicha variable. De modo contrario, una noticia positiva o depreciación cambiaria, implicará mayor exposición al riesgo cambiario, especialmente, en una economía como la mexicana, altamente dependiente del comercio y crédito internacional. De tal forma que, la noticia positiva se traduce al mercado como efectos negativos, generando mayor especulación y volatilidad. Con base en los resultados obtenidos a

través del parámetro  $\gamma$ , aparentemente, se puede afirmar que el efecto de las noticias negativas (apreciación cambiaria) cada vez disminuye menos la volatilidad en la serie. Lo anterior podría explicarse a partir de que la manipulación de la variable tipo de cambio, a través de subastas de dólares en el mercado o de movimientos estratégicos de la tasa de interés, tiene menor efecto en el mercado, debido a la creciente especulación sobre el peso mexicano, pues es una de las monedas emergentes más negociadas a nivel internacional.

En cuanto a la suma de los coeficientes  $\alpha + \beta + (\gamma/2)$  es menor a uno lo cual indica que el proceso es estacionario y en él existe convergencia hacia un estado estable. Al igual que en el GARCH, se aplicó la prueba ARCH, para probar que una vez modelada la volatilidad ya no existe efecto ARCH en las series, garantizando que el modelo tiene buen ajuste y es adecuado.

### ***Conclusiones***

La presente investigación tuvo por objetivo analizar los resultados en términos de volatilidad cambiaria luego del establecimiento de metas de inflación. Los resultados econométricos muestran que, dejando de lado el periodo 1994-2000 por los efectos derivados de la crisis, a partir del año 2000 la persistencia de la volatilidad cambiaria es mayor, es decir que, los choques que hay en la variable, cada vez tienen efectos más prolongados.

Igualmente, se evidencia que en el periodo 2006-2018 la volatilidad tiene un carácter no estacionario, es decir que crece de manera indefinida. Otra cuestión importante es que, en el periodo 2000-2018 la asimetría en la volatilidad crece, es decir, cada vez las depreciaciones cambiarias tienen mayores efectos en la volatilidad de la moneda, haciendo más complicado y costoso para las autoridades monetarias estabilizar el precio de la misma.

Los resultados sugieren que la especulación internacional, incide crecientemente en la determinación del precio de la divisa, ya que el peso es una de las monedas emergentes más negociadas internacionalmente. Lo anterior sugiere que, las medidas adoptadas por las autoridades monetarias, cada vez son menos efectivas, i.e., inciden en menor medida en la estabilidad del precio de la moneda.

En este sentido, al igual que lo sugieren Kal, Arslaner y Arslaner (2015) la política de metas de inflación podría estar generando una mayor volatilidad cambiaria, debido a que el creciente interés de las autoridades monetarias por mantener estable el precio de la moneda, incentiva una mayor intervención en el mercado cambiario, promoviendo un juego de fuerzas entre las autoridades y el mercado, repercutiendo en mayor volatilidad del precio de la moneda.

La intervención del Banco Central en el mercado cambiario para mantener sobrevaluada la moneda ha tenido costos importantes, debido a que las reservas internacionales y otros mecanismos han destinado recursos al mercado más grande en volumen de operaciones y, uno de los más lucrativos, el FOREX, en lugar de emplearlo en programas que promuevan el desarrollo económico, tales como: salud, educación e investigación científica y tecnológica.

La implementación de política de metas de inflación ha permitido justificar la transferencia de recursos sociales a manos de privados a través de una política cambiaria administrada. Los beneficiados son arbitristas y especuladores que ganan importantes sumas de dinero en segundos realizando operaciones de arbitraje en diversos mercados.

El presente trabajo realiza contribuciones teóricas y empíricas sobre el análisis de la política cambiaria mexicana, al margen de la implementación de metas de inflación. La importancia del estudio subyace en incrementar la información sobre una variable clave de la economía mexicana, la cual, finalmente, impacta en el bienestar de la población mexicana, perpetuando condiciones de desigualdad y vulnerabilidad económicas.

La agenda de futuros estudios de investigación incluye extender la muestra de países para conocer las similitudes y diferencias en la dinámica de la volatilidad cambiaria en economías que instrumentan *targets* de inflación y aquellas que emplean otras anclas nominales. Igualmente, incluir otros modelos que permitan analizar la evolución de las series.

## Bibliografía

- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31, pp.307-327
- Casas, M., & Cepeda, E. (2008). ARCH, GARCH and EGARCH Models: Applications to Financial Series. *Cuadernos de Economía*, 27(48).
- Chapoy, Alma (2005). “Las metas explícitas de inflación como esquema para conducir la política monetaria. El caso de México”. En: *Inflación, crédito y salarios: nuevos enfoques de política monetaria para mercados imperfectos*. Mántey, M. G., & Levy, N. (coords.). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, p.p.237-263.
- Dickey DA, Fuller WA (1979) *Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root*. J Am Stat Assoc 74(366, part 1):427-431
- Fidrmuc, J., & Horváth, R. (2008). Volatility of exchange rates in selected new EU members: Evidence from daily data. *Economic Systems*, 32(1), 103-118.
- Fišer, R., & Horvath, R. (2010). Central bank communication and exchange rate volatility: a GARCH analysis. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 3(1), 25-31
- Fortuno, H. J. C. y Perrotini, H. I. (2007). Inflación, tipo de cambio y regla de Taylor en México 1983-2006. *Equilibrio Económico*, 8, 27-54.
- Ghosh, A. R., Ostry, J. D., & Chamon, M. (2016). Two targets, two instruments: Monetary and exchange rate policies in emerging market economies. *Journal of International Money and Finance*, 60, 172-196.
- Kal, H., Arslaner, F., & Arslaner, N. (2015). Sources of asymmetry and non-linearity in pass-through of exchange rate and import price to consumer price inflation for the Turkish economy during inflation targeting regime. *Central Bank of the Republic of Turkey Working Papers*, (15/30).
- Kamal, Y., Ghani, U., & Khan, M. M. (2012). Modeling the exchange rate volatility, using generalized autoregressive conditionally heteroscedastic (GARCH) type models: Evidence from Pakistan. *African Journal of Business Management*, 6(8), 2830.
- Katusiime, L., & Agbola, F. W. (2018). Modelling the impact of central bank intervention on exchange rate volatility under inflation targeting. *Applied Economics*, 50(40), 4373-4386.
- McKenzie, M., & Mitchell, H. (2002). Generalized asymmetric power ARCH modelling of exchange rate volatility. *Applied Financial Economics*, 12(8), 555-564.

- Mendoza, R., & Boyan, R. (2012). Metas explícitas de inflación y la política monetaria en Bolivia.
- Mushtag, R., (2011) Augmented Dickey Fuller Test (August 17, 2011). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1911068>
- Olowe, R. A. (2009). Modelling naira/dollar exchange rate volatility: application of GARCH and asymmetric models. *International Review of Business Research Papers*, 5(3), 377-398.
- Ouyang, A. Y., & Rajan, R. S. (2016). Does Inflation Targeting in Asia Reduce Exchange Rate Volatility? *International Economic Journal*, 30(2), 294-311.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Stancik, J. (2006). Determinants of exchange rate volatility: The case of the new EU members.
- Taylor, S. (1986), *Modeling Financial Time Series*, John Wiley & Sons, New York.
- Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and control*, 18(5), 931-955.

