

Comportamiento de la volatilidad del tipo de México, 1970-2010

Miguel Ángel Díaz Carreño*
Pamela Gómez Mendoza**

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis del comportamiento de la volatilidad del tipo de cambio de México durante 1970-2010. Se encontró que la volatilidad del tipo de cambio real no mostró alteraciones significativas al contrastar los periodos de economía cerrada (1970-1982), en apertura (1983-1993) y abierta al comercio (1994-2010). A su vez, el tipo de cambio nominal presenta modificaciones sustantivas en su nivel de volatilidad entre periodos, ya que se redujo sensiblemente del periodo 1970-1982 a los periodos de 1983-1993 y 1994-2010, lo que sugiere que la implementación del TLCAN generó expectativas positivas en los agentes económicos y se reflejó en una menor volatilidad del tipo de cambio nominal.

Clasificación JEL: C14, F31

Palabras clave: México, volatilidad, tipo de cambio.

* Facultad de Economía, UAEM: madiazc@uaemex.mx y madiaz@colpos.mx

** IGCEM: pamela.gomez@edomex.gob.mx y pam_85_18@hotmail.com

Introducción

El tema de la volatilidad del tipo de cambio resulta de gran relevancia sobre todo en economías donde las transacciones comerciales y flujos de capital son considerables. Además, el conocimiento del comportamiento del nivel de la volatilidad del tipo de cambio es importante tanto para la selección de portafolios como para la planeación de la misma política económica. En este sentido existen distintos planteamientos que han buscado modelar y explicar la dinámica de las fluctuaciones del tipo de cambio en el tiempo (Nurse, 1945 y Friedman, 1953).

La experiencia mexicana en materia de volatilidad de tipo de cambio es amplia; durante 1976-1977 el peso registró una depreciación respecto al dólar de 81.5%; en 1982-1983 de 513.2%; en los años 1986-1987 de 353.0%; en 1994-1995 de 102.4% y en 2008-2009 de 40.6% (Banxico, 2010). Lo cual ha significado aumentos considerables en el nivel de la inflación y por consiguiente una reducción profunda de la capacidad adquisitiva de la población.

El comportamiento de las fluctuaciones o volatilidad del tipo de cambio puede ser estudiado a partir de métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos. En el primer caso, se identifica un modelo probabilístico en relación a la información histórica disponible y se emplean las propiedades del modelo estadístico validado; en tanto que en el segundo caso se omite el probable modelo estocástico que genera la serie de datos y se utilizan procedimientos que no asumen alguna forma distribucional sobre la información. En esta investigación se estudia el comportamiento de la volatilidad del tipo de cambio entre el peso de México y el dólar estadounidense durante 1970-2010, a partir de metodologías estadísticas no paramétricas, que en lugar de emplear directamente la información de los datos históricos, utilizan los rangos de los mismos.

Considerando los periodos de economía cerrada (1970-1982), economía en apertura comercial (1983-1993) y de economía abierta (1994-2010), se encontró que en términos medios el nivel de volatilidad del tipo de cambio real se ha mantenido, no obstante la creciente liberalización de la economía mexicana iniciada a mediados de los ochenta y consolidada en 1994 con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). A su vez, la volatilidad del tipo de cambio nominal ha disminuido significativamente a medida que la economía se ha orientado más al comercio internacional.

Este documento se organiza de la siguiente manera. En el primer apartado se realiza una revisión de literatura en torno al tema de la volatilidad del tipo de cambio; posteriormente se describen las pruebas estadísticas no paramétricas empleadas para el contraste de medianas y varianzas de las variaciones porcentuales del tipo de cambio real y

nominal entre periodos; en seguida se comentan los resultados obtenidos de la aplicación de las pruebas estadísticas a la serie en estudio y finalmente se concluye.

Revisión de literatura

A principios de los setenta las diferentes monedas, tanto las más fuertes como las más débiles, empezaron a mostrar una gran volatilidad, como lo dejan ver numerosos trabajos de investigación (FMI, 1984; De Grauwe *et al.*, 1985; MacDonald, 1988; Bordo, 1993; Stein y Polly, 1995; Connolly y Devereux, 1995 e Isard, 1995). Este aumento de la volatilidad de los tipos de cambio, tanto nominal como real ha sido particularmente significativa en países de América Latina (FMI, 1984), ya que estos países han experimentado cambios más severos en relación a la volatilidad mostrada por países desarrollados. Lo cual resulta de suma importancia teniendo en cuenta que las fluctuaciones excesivas en esta variable tienen efectos perversos principalmente sobre los precios, salarios, tasas de interés, nivel de producción y el empleo.

Es posible clasificar a grandes rasgos los trabajos de acuerdo con su objetivo. Algunos de ellos se han centrado en probar si efectivamente la volatilidad de los tipos de cambio y, por tanto, el riesgo cambiario ha aumentado, entre los estudios más sobresalientes se encuentran los de De Grauwe *et al.* (1985), MacDonald (1988), Bordo (1993). Otros autores se han enfocado en el estudio de monedas más vulnerables como es el caso de la mayor parte de las monedas en América Latina. Estos trabajos concluyen que, la volatilidad del tipo de cambio, no solo se ha presentado en países desarrollados bajo un régimen flexible, sino también en países en vías de desarrollo bajo diferentes regímenes cambiarios, ya sea fijo o ajustable. Los trabajos realizados por Edwards (1989) y Connolly y Devereux (1995) quienes estudian el caso de la volatilidad del tipo de cambio real en países en desarrollo, muestran que la volatilidad del tipo de cambio real en países de América Latina ha sido mayor que en países desarrollados. Otros más se han enfocado en aplicar teorías de estimación de los tipos de cambio en el corto plazo, que son modelos que utilizan en su conjunto el enfoque monetario.

En particular para el caso de México existe un número considerable de investigaciones en torno a la modelación estadística del comportamiento del tipo de cambio nominal entre el peso y el dólar estadounidense, entre otras encontramos la de Werner (1997), Bazdresch y Werner (2002), Flood y Marion (1998), Macías (2003), Guzmán (2006) y Benavides (2006), quienes han empleado diferentes metodologías para estudiar esta variable en distintos periodos de tiempo.

Werner (1997) estudia el comportamiento del tipo de cambio durante 1995-1996 a través de las propiedades estadísticas de las fluctuaciones diarias del peso y realiza una comparación con el com-

portamiento de otras monedas. Entre sus principales conclusiones encuentra que exceptuando los periodos de extrema volatilidad observados durante 1995, la volatilidad del tipo de cambio fue similar a la observada en países que mantienen un tipo de cambio flexible. Por su parte, Bazdresch y Werner (2002), comentan que el comportamiento del peso mexicano, desde la adopción del régimen de flotación, ha estado caracterizado por largos periodos de estabilidad que repentinamente dan lugar a episodios de gran volatilidad. Para explicar este patrón de comportamiento, desarrollaron un modelo monetario de determinación del tipo de cambio, enriquecido con una prima de riesgo, de manera similar a la propuesta en el trabajo de Flood y Marion (1998). En el modelo, los cambios en las expectativas del mercado sobre el riesgo cambiario dan origen a equilibrios múltiples. En este modelo de determinación del tipo de cambio existen dos equilibrios, uno con pequeñas depreciaciones y baja volatilidad en el mercado cambiario y otro donde se presentan grandes depreciaciones y una alta volatilidad. La segunda parte del trabajo estima una regresión con cambio de régimen para explicar los movimientos diarios en el valor del peso respecto al dólar. Se encuentra evidencia significativa sobre la existencia de dos regímenes claramente identificables. Uno de ellos sin tendencia y con poca volatilidad y el otro con depreciaciones positivas y alta volatilidad.

En este sentido, Macías (2003) muestra que la trayectoria del tipo de cambio nominal se aleja de manera significativa del tipo de cambio real, comenta que a partir de la profundización del proceso de apertura económica se observa una elevada sobrevaluación del peso en comparación con el dólar estadounidense; además, establece que para México no es conveniente adoptar medidas de depreciación de la tasa de cambio, debido al no cumplimiento de la condición de Marshall-Lerner (una depreciación del tipo de cambio no mejora sustancialmente el saldo de la balanza comercial) por una parte y por otra, a que sí generarían mayor inflación. Por su parte, Guzmán (2006) presenta un modelo de predicción del comportamiento del tipo de cambio spot para la economía mexicana, se plantea un modelo de corto plazo el cual se sustenta en la metodología econométrica de Engle y Granger (1987), la cual utiliza como variable explicativa de una serie a la variable de ajuste al equilibrio (mecanismo de corrección de error, MCE) que se extrae del nivel de equilibrio a largo plazo de tipo del cambio spot, por lo que, además se desarrolla un modelo de largo plazo del tipo de cambio, basado en el enfoque monetario de la balanza de pagos. A su vez, Benavides (2006) analiza el poder predictivo de varios modelos de pronósticos de volatilidad diaria del tipo de cambio peso mexicano-dólar estadounidense. Los modelos que se utilizan son: univariado GARCH; multi-variado GARCH (modelo BEKK); volatilidad implícita de opciones; y, un modelo compuesto. La especificación del modelo compuesto incluye pronósticos de series

de tiempo, obtenidos con modelos tipo ARCH, y volatilidad implícita de opciones. El autor realiza una evaluación estadística del poder predictivo del modelo compuesto versus los modelos sin cambiar. En términos del error cuadrático medio (ECM), los resultados muestran que el modelo compuesto es el más certero al compararlo con el resto de los modelos.

En los diversos estudios acerca del comportamiento del tipo de cambio se ha propuesto el empleo de modelos probabilísticos, tales como la distribución de Pareto, la *t* de Student, la Normal, Exponencial, Gama y Uniforme, entre otras (Friedman and Vandersteel 1982, Boothe and Glassman 1987, Tucker and Scout 1987, Tucker and Pond 1988).

En la presente investigación, el comportamiento de la volatilidad del tipo de cambio real y nominal del peso mexicano respecto al dólar estadounidense, se estudia a través de métodos estadísticos no paramétricos, como la prueba de medianas de Kruskal-Wallis (1952) y la prueba de contraste de varianzas de Levene (1960). Además la volatilidad del tipo de cambio se mide por la mediana y varianza de los cambios porcentuales de esta variable durante el periodo de estudio.

Metodología estadística

Existe una gran variedad de procedimientos estadísticos no paramétricos que permiten verificar si conjuntos de datos u observaciones conforman una muestra aleatoria, independiente e idénticamente distribuida con la misma media, mediana, varianza o proporción, entre otras características. En este apartado se describe la metodología estadística no paramétrica que permite contrastar la hipótesis referente a que en términos medios y de variabilidad el comportamiento del tipo de cambio nominal y real de México se ha mantenido a lo largo del periodo 1970-2010, no obstante que la economía ha experimentado un proceso de amplia apertura comercial y financiera sobre todo a mediados de los ochenta y noventa del siglo pasado. Para este fin se emplean las pruebas de Kruskal-Wallis, Van Der Waerden, Bartlett, Levene y Brown-Forsythe, las cuales son descritas en seguida.

2.1 Prueba de Kruskal– Wallis (KW) y de Van Der Waerden

La prueba de Kruskal-Wallis es una alternativa a la prueba del análisis de varianza (ANOVA) para diseños de clasificación simple. Webster (2000) menciona que en este caso se comparan varios grupos pero usando la mediana de cada uno de ellos, en lugar de las medias, como se describe a continuación.

Sean $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n_1}; S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n_2}; \dots; S_{q1}, S_{q2}, \dots, S_{qnq}$, q muestras aleatorias de tamaño n_i , con $i=1, 2, \dots, q$, que provienen de funciones de distribución desconocidas F_1, F_2, \dots, F_q . Se quiere probar la hipótesis

nula: $H_0: F_1(s) = F_2(s) = \dots = F_q(s) = F(s)$, contra la alternativa $H_1: F_i(s) = F(s - \theta_i)$, (para todas, $i=1, 2, \dots, q$), donde las θ_i son números reales no necesariamente iguales.

La estadística de prueba, en este caso, se define por:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^q \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

donde: $R_i = \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij}$ es la suma de los rangos de los n_i valores de la i -ésima muestra y H se distribuye aproximadamente como Ji-cuadrada con $q-1$ grados de libertad, χ_{q-1}^2 , cuando $n_i \geq 5$ (Kruskal, 1952).

Puesto que valores pequeños de H apoyan H_0 , entonces se rechaza

H_0 cuando $H > \chi_{\alpha, q-1}^2$.

Es importante tener en cuenta que la prueba de KW supone que: 1) los datos para el análisis consisten de k muestras aleatorias de tamaños n_1, n_2, \dots, n_k ; 2) las observaciones son independientes al interior y entre muestras; 3) la variable es continua y 4) la escala de medición al menos es ordinal (Daniel, 1989). Este contraste es válido únicamente para variables continuas: compara la función de distribución acumulativa teórica con la observada, y calcula un valor de discrepancia, representado habitualmente como D , que corresponde a la discrepancia máxima en valor absoluto entre la distribución observada y la distribución teórica, proporcionando asimismo un valor de probabilidad P , que corresponde, si estamos verificando un ajuste a la distribución normal, a la probabilidad de obtener una distribución que discrepe tanto como la observada, si verdaderamente se hubiera obtenido una muestra aleatoria, de tamaño n , de una distribución normal. Ahora, si esa probabilidad es grande no habrá por tanto razones estadísticas para suponer que nuestros datos no proceden de una distribución normal, mientras que si es muy pequeña, no será aceptable suponer ese modelo probabilístico.

Un método de prueba alternativo al antes descrito lo representa la prueba de Van Der Waerden (VDW) el cual asume en la hipótesis nula que las funciones de distribución de k poblaciones son iguales. Esta es una prueba similar a la de KW, pero a diferencia de aquella, la prueba de VDW convierte los rangos en cuantiles de la distribución normal estándar a los que llama “valores normales” y la prueba es realizada sobre dichos valores. La ventaja de la prueba de VDW es su eficiencia en el análisis de varianza (ANOVA) cuando se satisface el supuesto de normalidad, incluso es robusta al igual que la prueba

KW en ausencia de normalidad¹. En este estudio se consideran los dos métodos de prueba con la finalidad de contrastar los resultados de ambos procedimientos.

Por otra parte, debe destacarse que en conjuntos de datos estadísticos donde con regularidad se observan valores extremos (*outliers*) o fluctuaciones considerables, un mejor indicador de la tendencia media de la serie lo representa la mediana que todo la media, por lo que una prueba estadística basada en la mediana para series con alta volatilidad como lo es el tipo de cambio peso-dólar resulta una mejor propuesta que todo un procedimiento basado en la media de la distribución de los datos.

2.2 Prueba de Bartlett, Levene y Brown-Forsythe

Además de los métodos de prueba descritos con anterioridad, en esta investigación se consideran los procedimientos de Bartlett, Levene (1960) y Brown-Forsythe (1974a, 1974b), los cuales permiten probar la hipótesis de homogeneidad de varianzas entre distintas muestras de observaciones.

La prueba de Bartlett considera en la hipótesis nula que las varianzas entre subconjuntos de datos son iguales, dicha prueba contrasta el promedio ponderado de varianzas con la suma ponderada de los logaritmos de las varianzas. Además, asume que las observaciones siguen una distribución normal en cada una de las muestras estudiadas. Por su parte, en este procedimiento el estadístico de prueba se aproxima a una distribución chi-cuadrada con un grado de libertad (Webster, 2000). Esta prueba es probablemente la técnica más empleada para probar homogeneidad de varianzas.

Por otra parte, un método alternativo a la prueba descrita anteriormente es la prueba de Levene (1960), la cual es empleada para contrastar si k muestras de observaciones tienen la misma varianza. Dicha prueba está basada en el análisis de varianza (ANOVA) de las diferencias absolutas respecto a la media y su estadístico sigue una distribución F con un grado de libertad en el numerador y $(N-1)$ grados de libertad en el denominador, bajo la hipótesis de igualdad de varianzas entre subgrupos². Este método es menos sensible a la falta de normalidad que el de Bartlett, sin embargo cuando es posible verificar que los datos provienen de una distribución normal, la prueba de Bartlett presenta mayor potencia.

Finalmente la prueba de Brown-Forsythe es un planteamiento modificado de la prueba de Levene, el cambio consiste en introducir la diferencia absoluta de medianas en contraste a la de medias propuesta

¹ El procedimiento y una explicación más amplia de la prueba Van Der Waerden puede ser consultado en National Institute of Standards and Technology (2009).

² El término N se refiere al total o suma de observaciones empleadas en las diferentes muestras.

por Levene (Conover, et al. 1981).

La ventaja de utilizar pruebas como las de Levene y Brown-Forsythe frente a la de Bartlett consiste en que las dos primeras son robustas al supuesto de normalidad y no así la de Bartlett. Sin embargo, es posible verificar que la prueba de Brown-Forsythe presenta mayor robustez y potencia respecto a la de Levene (Conover, et al. 1981), razón por la cual en este estudio el procedimiento empleado para probar homogeneidad de varianzas entre submuestras se basa principalmente en los resultados obtenidos a partir del método de Brown-Forsythe.

Las pruebas descritas anteriormente pueden ser consultadas y realizadas a través del programa computacional econométrico E-views 3.1, el cual es empleado en este trabajo de investigación.

La información utilizada para la realización de las pruebas descritas son las variaciones porcentuales del tipo de cambio nominal y real del peso mexicano respecto al dólar estadounidense, misma que fue obtenida del Banco de México para los periodos 1970-1982, 1983-1993 y 1994-2010. La finalidad consiste en determinar si en los tres periodos las medianas y varianzas de las variaciones porcentuales del tipo de cambio real y nominal, son iguales o presentan cambios significativos al respecto y determinar si el grado de volatilidad de dicha variable, aumentó o disminuyó a medida que la economía mexicana se orientó más al comercio internacional.

Aplicación y resultados

El término volatilidad está ampliamente asociado al de varianza estadística. Existe un consenso significativo respecto de que la volatilidad del precio de un activo es la variabilidad media de dicho precio en un periodo de tiempo determinado. Además, es común encontrar en la bibliografía de economía y finanzas los términos de volatilidad, riesgo e incertidumbre como sinónimos; sin embargo, es posible establecer diferencias entre éstos, no obstante que, se trata de conceptos ampliamente relacionados (Poon y Clive, 2003). De hecho, regularmente es asumido que un alto nivel de volatilidad implica un mayor grado de riesgo. En este estudio la volatilidad de tipo de cambio se obtiene a partir de la mediana y varianza de las variaciones porcentuales mensuales del tipo de cambio real y nominal.

El cuadro 1 presenta los estadísticos básicos de las variaciones porcentuales mensuales del tipo de cambio real y nominal del peso-dólar para el periodo 1970-2010, donde se observa su alta volatilidad, así como la ausencia de normalidad en las series durante los periodos 1970-1982, 1983-1993 y 1994-2010, excepto para el tipo de cambio nominal durante 1970-1982. Es decir, de acuerdo con los estadísticos obtenidos de la prueba Jarque – Bera, no existe evidencia al 0.05 de significancia de que las variaciones del tipo de cambio nominal y real sigan una distribución normal. Por lo que utilizar métodos estadísticos

Cuadro 1. Estadísticos de las variaciones porcentuales del TCR y TCN peso-dólar durante 1970-2010

Periodo	Variable	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar	Sesgo	Curtosis	Jarque Bera	Probabilidad
1970-1982	TCR	0.297385	-0.339020	50.60329	-18.22345	6.142345	5.605886	41.62016	10.44455	0.000000
	TCN	0.614555	0.531000	1.805900	-0.408200	0.376081	0.272115	2.942605	1.934143	0.380195
1983-1993	TCR	-0.274120	-0.459364	13.25756	-5.974397	2.052431	2.685501	18.46321	1473.771	0.000000
	TCN	0.304752	0.290550	1.030900	-0.457500	0.216434	0.062097	4.473408	12.02495	0.002448
1994-2010	TCR	0.126087	-0.372718	35.71298	-12.65250	3.971236	4.217353	36.97009	10005.08	0.000000
	TCN	0.206109	0.201450	1.222000	-1.915300	0.358560	-1.319813	9.640833	417.0576	0.000000

Nota: Todos los estadísticos fueron obtenidos mediante el empleo del software econométrico-estadístico E-views 3.1.

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México (2011).

que supongan normalidad de los datos no sería adecuado.

Por otra parte, la tendencia de las series real y nominal del tipo de cambio muestra un comportamiento altamente inestable pero convergente desde fines de la década de los noventa, lo cual ha sido resultado en buena medida de la corrección que significó sobre el tipo de cambio nominal la devaluación de 1994-1995 que superó el 100%.

Debe recordarse que durante 1970-1982 el tipo de cambio nominal es fijo dado el régimen adoptado por la autoridad central, no obstante, el tipo de cambio real para este mismo periodo muestra una tendencia volátil a ritmo descendente con picos en los años de fuerte depreciación como en 1976 y 1982. Para el periodo 1983-1993 se observa que el tipo de cambio nominal presenta ligeras fluctuaciones que coinciden con la entrada en vigor del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés); caso contrario para el periodo 1994-2010, en donde se presentan notables fluctuaciones, en parte debido a la entrada en vigor del TLCAN, además de la adopción de un régimen cambiario de flotación. En este último periodo las depreciaciones más severas se registraron durante las crisis económicas de 1995 y 2008.

3.1 Prueba de igualdad de medianas y varianzas

Los resultados de las pruebas de medianas de Kruskal-Wallis y de varianzas de Bartlett y Levene (*ver cuadro 2*) sobre el tipo de cambio nominal (TCN) muestran una *probabilidad (o p-value) cercana a cero* (menor a 0.05), por lo que, por un lado se rechaza la hipótesis nula de que las medianas de las K poblaciones son iguales, y por otro, se rechazaría la hipótesis de que las varianzas de las K poblaciones son iguales. Lo cual sugiere que en términos promedio la volatilidad de esta variable, se ha modificado significativamente a medida que la apertura comercial se ha profundizado. Esto es consistente con los estadísticos del cuadro 1, donde es posible verificar que la mediana de la variabilidad del tipo de cambio nominal disminuye sensiblemente durante los periodos de 1994-2010 y 1983-1993 en relación al periodo de economía cerrada 1970-1982.

En relación al tipo de cambio real (TCR) se encontró, dado un *p-value* mayor a 0.05 en ambas pruebas (*ver cuadro 3*), que no existe evidencia de que el grado de volatilidad de la variable se haya modificado en términos promedio para el periodo de estudio. Por lo que, tanto la mediana como la varianza de los cambios porcentuales de dicha variable, se han mantenido en los tres periodos de estudio dentro de 1970-2010.

Estos resultados son consistentes con la predicción de la teoría económica en el sentido de que la estabilidad del tipo de cambio nominal está estrechamente ligada, por un lado, a los flujos de inversión y comercio internacional, como lo establece el enfoque de la balanza

**Cuadro 2. Pruebas de hipótesis sobre las medianas
y varianzas de la serie de TCN**

Prueba de igualdad de medianas entre las series del TCN			
Método	Grados de Libertad	Valor	Probabilidad
Kruskal – Wallis	2	102.76	0.00
Kruskal - Wallis (tie-adj)	2	64.00	0.00
Van der Waerden	2	107.18	0.00
Prueba de igualdad de varianzas entre las series del TCN			
Método	Grados de Libertad	Valor	Probabilidad
Levene	(2, 479)	15.96	0.00
Brown – Forsythe	(2, 479)	14.69	0.00
Bartlett	2	44.44	0.00

Nota: Todos los estadísticos mostrados en este cuadro fueron obtenidos mediante el empleo del software econométrico-estadístico E-views 3.1.

Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México (2010).

**Cuadro 3. Pruebas de hipótesis sobre las medianas
y varianzas de la serie de TCR**

Prueba de igualdad de medianas entre las series del TCR			
Método	Grados de Libertad	Valor	Probabilidad
Kruskal – Wallis	2	0.4703	0.7904
Kruskal - Wallis (tie-adj)	2	1.0265	0.5985
Van der Waerden	2	0.4587	0.7951
Prueba de igualdad de varianzas entre la serie del TCR			
Método	Grados de Libertad	Valor	Probabilidad
Levene	(2, 479)	2.2372	0.1079
Brown – Forsythe	(2, 479)	1.7685	0.1717
Bartlett	2	143.8907	0.0000

Nota: Todos los estadísticos mostrados en este cuadro fueron obtenidos mediante el empleo del software econométrico-estadístico E-views 3.1.

Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México (2010).

de pagos de los tipos de cambio (Fernández *et al.* 2002 y SIREM, 2011), los cuales han crecido de manera exponencial a partir de la entrada en vigor del TLCAN³; así como al crecimiento de los precios y el nivel de las tasas de interés como es planteado en la teoría de la paridad de los tipos de interés (Fernández *et al.* 2002), que se han reducido sustancialmente para converger a los niveles de EE.UU y Canadá, sobre todo a partir de dicho acuerdo.

En este sentido, el mayor flujo de divisas apoyado en un nivel creciente de las exportaciones y de la inversión extranjera directa, entre otros, así como una menor inflación y tasas de interés más bajas, sugieren que el TLCAN ha generado expectativas positivas en los agentes económicos que han favorecido la estabilidad económica de México incluida la del tipo de cambio nominal⁴.

Conclusiones

Empleando las pruebas estadísticas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Van der Waerden sobre las variaciones porcentuales del tipo de cambio real peso-dólar, se encontró que éste no se alteró en términos medios durante los periodos de economía cerrada (1970-1982), en apertura (1983-1993) y abierta al comercio (1994-2010). A su vez, utilizando la prueba de homogeneidad de varianza de Levene y Brown – Forsythe, existe evidencia en términos de variabilidad, que el comportamiento del tipo de cambio no experimentó cambios significativos entre periodos, lo cual sugiere que dado el cambio estructural que representó para la economía mexicana la drástica apertura comercial frente a Estado Unidos de Norteamérica y Canadá con el TLCAN a mediados de los noventa, la trayectoria del tipo de cambio real de México no experimentó cambios significativos en su volatilidad promedio.

Por otra parte, utilizando las mismas pruebas estadísticas, se pudo verificar con una significancia de 0.05 que la mediana de las variaciones porcentuales del tipo de cambio nominal es diferente en los tres periodos analizados, ésta disminuye considerablemente en los periodos 1983-1993 y 1994-2010 respecto a 1970-1982. Lo que sugiere que la mayor apertura comercial que experimentó México, en particular con el TLCAN, pudo generar expectativas favorables en los agentes

³ Durante el periodo 1994-2008 la entrada de divisas, a partir del comercio exterior, la IED, turismo, remesas, entre otros, ha sido suficiente para financiar el déficit de la balanza comercial, lo que ha contribuido significativamente en la estabilidad cambiaria (Ros, 2010); no obstante, la crisis financiera mundial de 2008-2009 ha empezado a deteriorar este escenario.

⁴ En 1993, un año antes de la entrada en vigor del TLCAN, las exportaciones de México respecto al PIB se ubicaron en 14.9%; sin embargo para 1998 dicha relación alcanzó el 29.9% y en 2009 representaron el 27.9%. A su vez, la IED como proporción del PIB en 1993 se ubicó en 1.6%, mientras que en los años posteriores a 1994 promedió en 3.0%, excepto en 2009 cuando la IED descendió considerablemente dada la crisis financiera mundial de 2008-2009 (Banco de México, 2011).

económicos del país que se reflejaron en una menor volatilidad del tipo de cambio nominal, el cual es un mejor indicador de la cotización del peso respecto al dólar en el corto plazo.

Bibliografía

- Bazdresh, S. y W. Werner (2002). "El Comportamiento del Tipo de Cambio en México y el Régimen de Libre Flotación: 1996-2001". *Dirección general de investigación económica*, Banco de México. Documento de investigación No. 2002-09. México, D. F. [http://www.banxico.org.mx/\(11/05/2010\)](http://www.banxico.org.mx/(11/05/2010)).
- Benavides, G. (2006). "Volatility Forecast for the Mexican Peso – U.S. dollar exchange rate: an Empirical Analysis of Garch, option implied and composite Forecast models". *Dirección General de Investigación Económica*. Banco de México. Documento de investigación número 2006-04. México, D. F. [http://www.banxico.org.mx/\(07/05/2011\)](http://www.banxico.org.mx/(07/05/2011)).
- Banco de México, Banxico, (2010). Serie mensual del tipo de cambio nominal FIX, 2000-2009. México, D.F., [http://www.banxico.org.mx/\(15/12/2010\)](http://www.banxico.org.mx/(15/12/2010)).
- Banco de México, Banxico, (2011). Serie mensual del tipo de cambio nominal FIX, 2000-2010. México, D.F., [http://www.banxico.org.mx/\(11/05/2011\)](http://www.banxico.org.mx/(11/05/2011)).
- Boothe, P. and D. Glassman (1987). "The Statistical Distribution of Exchange Rates," *Journal of International Economics*. Vol.22, pp.297-319.
- Bordo, M. (1993). "The Bretton Woods International Monetary System: An Historical Overview". In Bordo, M. and B. Eichengreen (eds.). *A Retrospective on the Bretton Woods System*. Chicago; University of Chicago Press.
- Brown, M. B. and A. B. Forsythe (1974a). "Robust Tests for the Equality of Variances," *Journal of the American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Brown, M. B. and A. B. Forsythe (1974b). "The Small Sample Behavior of Some Test Statistics which Test the Equality of Several Means," *Technometrics*, 16, 129-132.
- Conover, W. J., M. E. Johnson and M. M. Johnson (1981). "A Comparative Study of Tests for Homogeneity of Variance with Applications to the Outer Continental Shelf Bidding Data," *Technometrics*, 23, 351-361.
- Connolly, M. and J. Devereux (1995). "The Equilibrium Real Exchange Rate: Theory and Evidence for Latin America". in Stein J. and R. Polly. *Fundamentals Determinants of Exchange Rates*, Oxford University Press, New York.
- Daniel, W. (1989). *Applied Nonparametric Statistics*. 2nd edition. Pws-Kent publishing company, Boston.
- De Grauwe, P., M. Janssens and H. Leliaert (1985). "Real Exchange-Rate Variability from 1920 to 1926 and 1973 to 1982". Princeton Studies in International Finance, 56.
- Engle, R. and C. Granger (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica*, Vol. 55, No. 2.

pp.251-276

Edwards, S. (1989). "Real Exchange Rates, Devaluation and Adjustment". The MIT Press, Cambridge-Massachusetts.

Fernández, D. A., J. Parejo G. y L. Rodríguez S. (2002). *Política Económica*. 3ª edición. México, McGraw-Hill.

Flood, R. and N. Marion (1998). "Self fulfilling risk predictions: an application to speculative attacks", Documento de trabajo del IMF, No. 98124.

Fondo Monetario Internacional, FMI, (1984). "Exchange Rate Volatility and World Trade". Occasional Paper, No. 28.

Friedman, D. and S. Vandersteel (1982), "Short-Run Fluctuations in Foreign Exchanges Rates". *Journal of International Economics*, Vol. 13, pp.171-186.

Guzmán P. M. (2006). "Un Modelo de Predicción del Tipo de Cambio Spot para la Economía Mexicana". *Análisis Económico*, UAM-Azacapotzalco, Vol. XXI, No.47, pp.95-129

Isard, P. (1995). *Exchange Rate Economics*. Cambridge University Press, New York.

Kruskal, W. (1952). "A nonparametric Test for the Several Sample Problem". *The Annals of Mathematical Statistics*, Vol. 23, No. 4, pp. 525-540.

Levene, H. (1960). "Robust Tests for the Equality of Variances", in I. Olkin, S. G. Ghurye, W. Hoefding, W. G. Madow, and H. B. Mann (eds.), *Contribution to Probability and Statistics*, Palo Alto, CA: Stanford University Press.

Macías, M. A. (2003). "Tipo de Cambio y Paridad del Poder de Compra en México". *Comercio Exterior*, México, Vol. 53, No. 9 (Sep., 2003), pp. 820-831

MacDonald, R. (1988). "On Risk, Rationality and Excessive Speculation in the Deutschemark-US Dollar Exchange Market: Some Evidence Using Survey Data", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 50 (May, 1998), pp. 107-23.

National Institute of Standards and Technology (2009). Statistical Engineering Division: Dataplot. <http://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman1/auxillar/vanderwa.htm>. (05/07/2010).

Nurkse, R. (1945). "International Currency Experience: Lessons of the Interwar Period". Geneva: League of Nations, 1945.

Poon, S.H and C. J. G. Clive W. (2003). "Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review". *Journal of Economic Literature*, Vol. XLI. pp. 478-539.

Ros, J. (2010). *Política fiscal, tipo de cambio y crecimiento en regímenes de alta y baja inflación:*

La experiencia de México. En N. Lustig (coord.). Los grandes problemas de México: Crecimiento económico y equidad. México, D.F.: El colegio de México,

Sistema de Información Regional de México, SIREM, (2011). "El tipo de cambio: ¿Banxico se acomoda o tiene una estrategia?". Año 2, No. 14.

Stein, J. y Polly, R. (1995). *Fundamentals Determinants of Exchange Rates*, Oxford University Press, USA.

Tucker, A., and E. Scout (1987), "A Study of Diffusion Processes for Foreign Exchange Rates". *Journal of International Money and Finance*,

No. 6, pp. 465-478.

Tucker, A. L. and L. Pond (1988). "The Probability Distribution of Foreign Exchange Price Changes: Tests of Candidate Processes", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 70, No. 4 (Nov., 1998), pp. 638-647

Webster, A. L (2000). Estadística aplicada a los negocios y la economía. 3ª edición. Santa Fé de Bogotá, Colombia.

Werner, A. M. (1997). "Un estudio estadístico sobre el comportamiento de la cotización del peso mexicano frente al dólar y de su volatilidad". Dirección General de Investigación Económica, Banco de México. Documento de Investigación No. 9701. México, D. F. <http://www.banxico.org.mx/> (22/06/2010).