

VARIACIONES NOMINALES Y REALES DEL TIPO DE CAMBIO BILATERAL MÉXICO-ESTADOS UNIDOS

RAMÓN A. CASTILLO*

Resumen

En este documento se analizan las fuentes de las variaciones en el tipo de cambio real y nominal México-Estados Unidos. Se muestra que tanto choques reales como nominales influyen significativamente sobre el tipo de cambio. Dentro de estos choques, los resultados sugieren que los flujos de capitales a México, incluyendo la inversión extranjera directa, son quizá los de mayor impacto. Finalmente, se encuentra que el diferencial de las tasas de interés de corto plazo entre México y Estados Unidos no influye significativamente sobre las variaciones del tipo de cambio real.

Palabras clave: tipo de cambio, flujos de capitales, inversión extranjera, diferencial tasas de interés, VAR, cointegración.

Clasificación JEL: C52; C32; F31; F21; F32

Recibido: 25 de septiembre de 2001.

Enviado a dictamen: 16 de octubre de 2001.

Aceptado: 12 de noviembre de 2001.

Introducción

La apreciación del tipo de cambio en fechas recientes ha sido tema de constantes debates en el ámbito nacional. Por una parte, el sector productivo atribuye un decremento en su competitividad a la fortaleza de la moneda. En contraste, la población en general y gobierno parecen favorecer la apreciación de la moneda ya que ésta significa menores tasas de interés e inflación.

El debate se centra no sólo en la fortaleza del peso sino en sus posibles causas. Mientras que en algunos círculos se argumenta que la apreciación de la moneda es el resultado de intervenciones del banco central en el mercado internacional, las autoridades gubernamentales indican que el nivel del tipo de cambio es resultado de las fuerzas de mercado. ¿Cuáles fuerzas?, en realidad hasta la fecha no se han dado respuestas concretas a esta interrogante. Por una parte se sugiere que la apreciación reciente del tipo de cambio se debe al incremento en la entrada de capitales incluyendo inversión extranjera directa e inversión en la Bolsa Mexicana de Valores, sin embargo, no existe un análisis formal para sustentar este argumento.

En este documento se presenta un análisis del tipo de cambio nominal y real México-E.U. en el cual se identifican las fuentes de variación en los mismos. El estudio de este tipo de cambio en particular es especialmente importante ya que ambas economías se encuentran altamente integradas. Por ende, se puede esperar que el comportamiento de la economía en E.U. influya significativamente sobre variables macroeconómicas en México, incluyendo el tipo de cambio.

La metodología empleada sigue de cerca la que se ha utilizado en estudios realizados para E.U., dentro de los cuales destacan Clarida y Gali [1994] y Enders y Lee [1997] entre otros. A grandes rasgos, el análisis consiste en separar e identificar choques nominales y reales que afectan al tipo de cambio por medio de la estimación de un vector autoregresivo (VAR) que incluye el tipo de cambio real y nominal, así como

* Investigador de Banco de México y Profesor en El Colegio de la Frontera Norte. Correo electrónico <racastillo2000@yahoo.com>. Agradezco los comentarios de Jorge Herrera y Raúl Razo. Las opiniones presentadas en este documento son exclusivas del autor y no representan el punto de vista de Banco de México. El autor agradece los comentarios de dos árbitros anónimos de la revista.



variables reales y nominales que se supone *a priori* influyen sobre el tipo de cambio nominal o real. A diferencia de los trabajos antes mencionados, sin embargo, en este documento se emplea una estrategia que podría catalogarse como ecléctica, en el sentido en que se evalúan varios factores que se cree pueden incidir sobre el tipo de cambio. Empleando esta metodología, el análisis muestra que tanto factores reales como nominales afectan de manera importante el nivel del tipo de cambio.

El documento se organiza de la siguiente manera: en la primera sección se determina la naturaleza estocástica de las series de tipo de cambio real y nominal por medio de pruebas de raíz unitaria y de cointegración. En la segunda sección se analiza la importancia de efectos nominales y reales sobre el tipo de cambio. La tercera sección concluye.

Naturaleza estocástica del tipo de cambio nominal y real

Pruebas de raíz unitaria

Las series que se consideran son el tipo de cambio nominal (TC) y tipo de cambio real precios productor México-E.U. (TCR).¹ Debido a que antes de 1995 el tipo de cambio se determinaba fuera del mercado, el análisis se realiza a partir del cuarto trimestre de ese año. A pesar de que el periodo de análisis es corto, y en consecuencia es difícil determinar categóricamente relaciones de largo plazo entre las variables analizadas, este ejercicio se puede considerar como una primera aproximación al estudio de los factores que contribuyen a determinar las variaciones del tipo de cambio. Estudios posteriores que consideren un periodo de análisis más amplio pueden beneficiarse de la metodología y resultados que aquí se presentan.

La fuente de los datos es el Sistema de Información Económica de Banco de México y la periodicidad de los mismos es mensual.

¹ La serie de tipo de cambio real se calculó multiplicando el tipo de cambio nominal por el cociente de los precios productor en E.U. y en México.

El cuadro 1 muestra la serie de autocorrelación y correlación parcial para el logaritmo natural del tipo de cambio nominal y real.²

Cuadro 1

Tipo de Cambio Nominal		Tipo de Cambio Real	
Autocorrelación	Correlación Parcial	Autocorrelación	Correlación Parcial
0.95	0.95	0.90	0.90
0.90	-0.11	0.81	-0.04
0.86	0.09	0.73	0.01
0.81	-0.07	0.65	0.02
0.75	-0.17	0.58	-0.07
0.69	-0.03	0.51	-0.02
0.63	-0.03	0.45	0.03
0.57	-0.02	0.40	-0.01
0.52	0.02	0.34	-0.04
0.47	0.04	0.29	-0.06
0.42	-0.02	0.22	-0.10
0.37	0.05	0.16	-0.03

Las series muestran un decaimiento gradual que generalmente caracteriza series que presentan raíz unitaria. Para confirmar esta percepción se lleva a cabo la prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA) para ambas series considerando doce periodos de rezago.³

Los resultados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2
Pruebas de Raíz Unitaria*

Serie	DFA	
	Estadístico t	t Crítico**
tc	-1.02	-2.90
tcr	-2.45	-2.90

* Un valor estadístico mayor al valor crítico, en terminos absolutos, indica el rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad.

** Valor crítico al 5 por ciento.

² En adelante el análisis se realiza considerando la transformación logarítmica de la totalidad de las series.

³ El número de rezagos considerados en la totalidad de las pruebas de raíz unitaria que se presentan en el documento se determinó a partir de evaluar los criterios de Akaike y Schwarz de acuerdo a procedimientos convencionales.



De acuerdo con la estadística t de la prueba, no se puede rechazar la hipótesis de raíz unitaria, esto es, las series siguen un proceso no-estacionario.

Cointegración

El siguiente paso en el análisis consiste en evaluar la existencia de cointegración entre el tipo de cambio nominal y real. Determinar la relación estadística entre las series es importante ya que, si las series están cointegradas, entonces sería difícil separar el efecto de choques exógenos debido a que éstos afectarían igualmente tanto a la variable nominal como a la real. Esto es, si tanto el choque permanente como transitorio afectaran de igual magnitud a ambas series, entonces no sería posible determinar cuál de los choques es el causante de cambios en las mismas.

En primera instancia, la existencia de cointegración se puede determinar analizando la naturaleza estocástica del cociente de los precios entre E.U. y México. Específicamente, si la serie de precios es no-estacionaria, entonces no puede existir cointegración entre el tipo de cambio nominal y el tipo de cambio real. En particular, si consideramos que al especificar una relación lineal entre el tipo de cambio nominal y real el cociente de precios se puede definir como el término de error de dicha combinación, entonces es claro que si el término de error es no-estacionario las series no pueden presentar cointegración. La prueba de raíz unitaria para la serie de precios relativos indica un t estadístico de -1.31 , resultado menor en términos absolutos al valor crítico de -2.90 al 5%. A partir de este resultado se puede concluir que las series de tipo de cambio nominal y real no están cointegradas. Para comprobarlo formalmente se realiza la prueba de cointegración de Johansen, los resultados se presentan en el cuadro 3.

Dado que el *Likelihood Ratio* es menor a los valores críticos, se concluye que las series no cointegran. Este resultado, en el contexto del documento, sugiere que existen choques que afectan a ambas series pero de diferente manera, esto se analiza detalladamente en la siguiente sección.

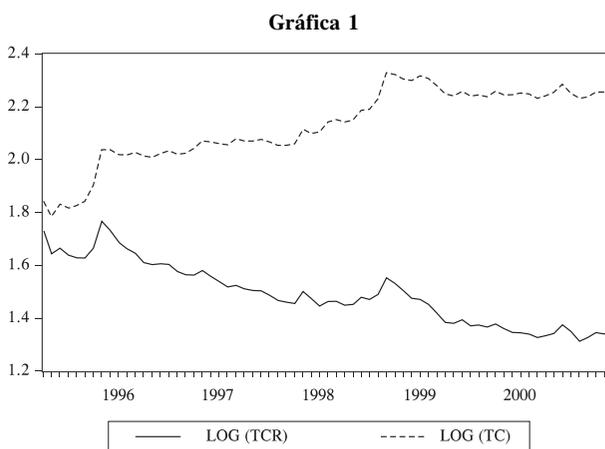
Cuadro 3
Series: TC y TCR

<i>Eigenvalue</i>	<i>Likelihood Ratio</i>	<i>Valor Crítico al 5%</i>	<i>Valor Crítico al 1%</i>
0.09	8.59	15.41	20.04
0.03	2.19	3.76	6.65

Efectos reales y nominales

Comportamiento de las Series

La gráfica 1 muestra las series de tipo de cambio real y nominal para el periodo 1995:4 2000:12.



La imagen muestra que las series siguen un proceso de divergencia, lo cual es consistente con el resultado de no cointegración presentado en la sección anterior. Esto es, a pesar de que en el corto plazo las dos series presentan puntos de inflexión similares, en el largo plazo siguen trayectorias diferentes. La separación de las series se puede entender considerando la existencia de dos tipos de choques, nominal y real. El choque nominal debiera producir resultados diferentes para ambas series, ya que, de acuerdo a la teoría de la neutralidad nominal, esperaríamos que choques nominales presentaran efectos pequeños y de corto plazo en variables reales. Por otra parte, el choque real pudiera presentar efectos similares tanto para el tipo de cambio real como para el nominal.

La importancia de estos dos choques sobre las series se puede evaluar considerando un vector autoregresivo (VAR) en el cual se aplican choques al tipo de cambio nominal o real. En particular, se considera un sistema que incluye el tipo de cambio nominal y real formalmente definido de la siguiente forma:

$$\Delta y_t = \begin{matrix} \Delta z_t \\ \Delta s_t \end{matrix}$$

donde Δ es el operador de primera diferencia, s_t es el tipo de cambio nominal y z_t es el tipo de cambio real. Se supone que el proceso generador de Δy_t es el siguiente:

$$\Delta y_t = A_0 \Delta y_t + A_1 \Delta y_{t-1} + \dots + A_q \Delta y_{t-q} + u_t \quad [1]$$

$$\text{donde } A_0 = \begin{bmatrix} 0 & a_{02} \\ a_{03} & 0 \end{bmatrix} \text{ y } E u_t u_t' = \Omega = \begin{bmatrix} \omega_{11} & 0 \\ 0 & \omega_{22} \end{bmatrix}$$

y la forma reducida del sistema es

$$\begin{aligned} \Delta y_t &= (I - A_0)^{-1} A_1 \Delta y_{t-1} + \dots + (I - A_0)^{-1} A_q \Delta y_{t-q} + (I - A_0)^{-1} u_t \quad [2] \\ &= \Pi_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \Pi_q \Delta y_{t-q} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

$$\text{donde } E \varepsilon_t \varepsilon_t' = \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_{11} \end{bmatrix}$$

La ecuación [2] es la representación VAR de Δy_t y en primera instancia se pueden obtener estimadores de, $\Pi_1, \dots, \Pi_q, \Sigma$ y los residuales ε_t , sin embargo, para evaluar el efecto de los choques nominales y reales es necesario identificar u_t para lo cual es necesario identificar A_0 y Ω en [1].

Existen varias metodologías para proceder con la identificación de A_0 y Ω , Enders y Lee [1997], Clarida y

Gali [1994] y Lastrapes [1992], por ejemplo, emplean la descomposición sugerida por Blanchard y Quah [1989] en la cual se impone una restricción al coeficiente que cuantifica el impacto del choque nominal, u_2 , en el tipo de cambio real, z_t .

Alternativamente, es posible realizar la ortogonalización de los choques por medio de la factorización de Choleski. Específicamente, si se considera la relación entre A_0 , Ω y Σ dada por

$$\Sigma = (I - A_0)^{-1} \Omega (I - A_0)^{-1'}$$

entonces es posible identificar el sistema si se igualan a cero los elementos de A_0 , a_{02} o, a_{03} esto es, se triangulariza la matriz A_0 . Como es conocido, sin embargo, los resultados que produce la descomposición de Choleski dependen significativamente del ordenamiento de las variables utilizadas en el sistema. Para solventar este problema, en este documento se realiza una serie de estimaciones que consideran diversos ordenamientos y se presentan los resultados más robustos.⁴

Efectos reales y nominales

Para evaluar el efecto de variables reales y nominales sobre el tipo de cambio se analizan variables reales de oferta y demanda así como de una variable nominal representada por el cociente de M1 entre E.U. y México. Cabe señalar que los resultados de este ejercicio se deben tomar con precaución ya que, evidentemente, existen choques, además de los que aquí se consideran, que pueden producir variaciones en el tipo de cambio.

Como variable real de oferta se considera el cociente del Producto Interno Bruto (PIB) de E.U. y México. El cociente de la inversión entre E.U. y México se utiliza como variable real de demanda. Además, se incluye

⁴ Cabe destacar que utilizar los métodos de identificación mencionados en el texto restringen la posibilidad de evaluar el impacto que diversos choques presentan sobre el tipo de cambio. Es por esta razón que en el presente análisis se opta por evaluar una serie de choques reales y nominales que pueden influir sobre el tipo de cambio.



el cociente entre E.U. y México de los gastos del gobierno como variable de demanda adicional.⁵ Cabe mencionar que este análisis se lleva a cabo con datos trimestrales ya que esta es la frecuencia que presentan las variables de oferta y demanda. Para determinar el ordenamiento del VAR se realizó una prueba de causalidad de Granger cuyos resultados indican que la inversión y los gastos de gobierno preceden al PIB. Ya que en el sistema solo se incluye una variable nominal (M1 E.U./M1 México) ésta se antepone a las variables reales para que los resultados no presenten sesgo a favor de las variables reales.⁶

La descomposición de varianza del tipo de cambio real considerando los choques reales y el nominal se presenta en el cuadro 4.⁷

Los resultados indican que tanto las variables reales como la nominal influyen significativamente sobre la varianza del tipo de cambio real. En este caso, sin embargo, evidentemente el cociente de la inversión real es la variable que contribuye mayormente a explicar las variaciones en el tipo de cambio real. Este resultado es consistente con estudios que se han realizado para E.U. considerando el tipo de cambio bilateral con respecto a Canadá, Alemania y Japón. Por ejemplo, Enders y Lee [1997] y Lastrapes [1992], encuentran que choques reales explican hasta en 99% la varianza del tipo de cambio real en estos países. Asimismo, Clarida y Gali [1994] muestran que choques nominales han influido significativamente sobre las variaciones del tipo de cambio entre E.U. y algunos de sus principales socios comerciales.

Cuadro 4
Descomposición de la Varianza $\Delta TCRPP$

<i>Periodo</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>M1 E.U./M1 Méx.</i>	<i>Inv. E.U./Inv. Méx.</i>	<i>Gob. E.U./Gob. Méx.</i>	<i>PIB E.U./PIB Méx.</i>	<i>$\Delta TCRPP$</i>
1	0.032	9.11	57.76	7.56	15.38	10.19
2	0.033	8.80	55.43	7.83	15.39	12.54
3	0.035	9.66	49.67	11.55	17.68	11.43
4	0.036	9.65	50.27	12.13	17.19	10.75
5	0.037	9.84	50.14	11.85	16.89	11.28
6	0.037	10.78	48.29	13.04	17.08	10.82
7	0.038	10.49	46.48	12.92	16.55	13.56
8	0.039	10.96	45.47	13.22	16.27	14.08
9	0.039	10.84	45.77	13.06	16.08	14.25
10	0.040	11.36	45.19	13.49	16.00	13.96

⁵ Alternativamente, esta variable se puede interpretar como una medida de política fiscal.

⁶ En la estimación de este VAR se utilizaron 2 periodos de rezago. En primera instancia, siendo que los datos son trimestrales, se intentó evaluar la posibilidad de incluir 4 periodos de rezago, sin embargo, debido al número de variables utilizadas en la estimación esto no fue técnicamente

posible. Así, se evaluaron diferentes números de rezagos, menores a 4, y se determinó por medio de procedimientos estándar incluir 2 periodos para la estimación.

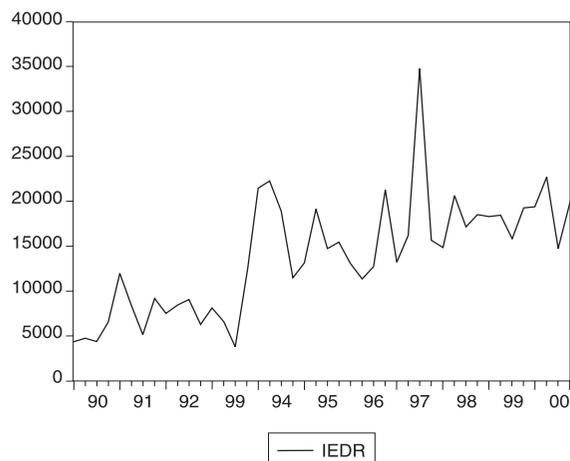
⁷ Cabe destacar que los resultados que aquí se presentan son robustos a cambios en el ordenamiento de las variables.

Sector externo

Recientemente se ha argumentado que los flujos de capitales a México influyen significativamente sobre el nivel del tipo de cambio real. En el siguiente ejercicio se evalúa la importancia de estos factores.

La gráfica 2 presenta la evolución reciente de la inversión extranjera directa (IEDR) a México en términos reales (IED ajustada por los precios al productor en E.U.).

Gráfica 2



Evidentemente se observa una tendencia positiva de la serie durante este periodo.⁸ ¿Qué tan importante ha sido la IED sobre las variaciones del tipo de cambio real en los últimos años? Para dar respuesta a esta interrogante a continuación se estima un VAR que incluye a la IED y el tipo de cambio real.⁹ Asimismo se incluye el cociente

⁸ Es claro que a pesar de que la serie muestra una tendencia positiva, los niveles de IED real para el 2000 son similares a los que se presentaban a mediados de los noventa. De hecho, se observa una caída considerable en el primer trimestre de 2000. El decremento de IED no es exclusivo de México, sino de la región de América Latina en conjunto. En gran parte, este decremento se puede explicar por los acontecimientos recientes que se han observado en países como Argentina. Sin embargo, datos observados que no se presentan en el gráfico para el 2001 muestran que, a pesar de los acontecimientos recientes en algunos países Latinoamericanos, la IED parece repuntar en el 2001. Esto es, la IED en México continúa presentando niveles importantes.

⁹ Para este VAR se incluyeron 4 periodos de rezago, este número se elaboró utilizando criterios estándar.

de M2 y el PIB, que representa la monetización de la economía, como variable adicional que mide los flujos de capitales a México. Los resultados de la descomposición de varianza del tipo de cambio real se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5
Descomposición de la Varianza $\Delta TCRPP$

Periodo	Error Estándar	ΔIED	$\Delta(M2/PIB)$	$\Delta TCRPP$
1	0.024	2.34	28.89	68.77
2	0.029	23.90	20.19	55.91
3	0.031	24.46	25.55	49.98
4	0.031	24.36	26.49	49.15
5	0.035	33.38	27.79	38.83
6	0.036	33.50	27.34	39.16
7	0.036	33.66	27.09	39.25
8	0.037	36.35	26.81	36.83
9	0.038	35.98	27.84	36.18
10	0.039	37.81	27.73	34.46

Los resultados sugieren que, mientras que cambios en el componente real del tipo de cambio explican la mayor parte de la varianza en el mismo, el flujo de inversión extranjera directa explica hasta un 38% de ésta. La monetización de la economía, por otra parte, explica hasta un 14% de la varianza en el componente real del tipo de cambio.

En esta sección se mostró que variables reales y nominales de oferta y demanda, así como los flujos de capitales a México explican en buena medida las variaciones del tipo de cambio real. Se destacan dentro de las variables más importantes aquellas relacionadas con la inversión, tanto doméstica como la que se financia por medio de flujos de capitales extranjeros.



Diferencial de las tasas de interés

Hasta este punto no se ha considerado el efecto que el diferencial de las tasas de interés de corto plazo entre E.U. y México pudiera tener sobre las fluctuaciones del tipo de cambio real. Esta relación se evalúa a continuación.

Para este ejercicio se considera el diferencial entre la tasa *prime* real ex ante de E.U. y CETES real a 28 días. El efecto de choques en el diferencial sobre el tipo de cambio

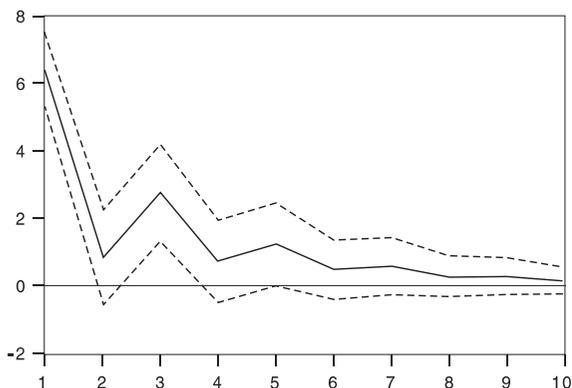
real se presenta en las funciones impulso-respuesta que siguen:

Como es evidente, el efecto del choque en el diferencial de tasas sobre el tipo de cambio real no es significativo. Este resultado se corrobora examinando la descomposición de varianza que se presenta a continuación.

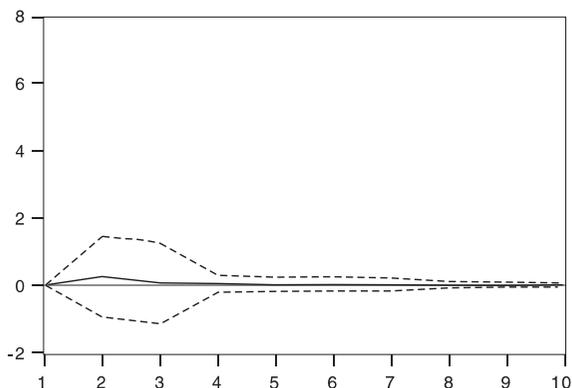
Casi la totalidad de la varianza en el tipo de cambio real se explica por su propia historia.

Respuesta de un choque equivalente a una desviación estándar

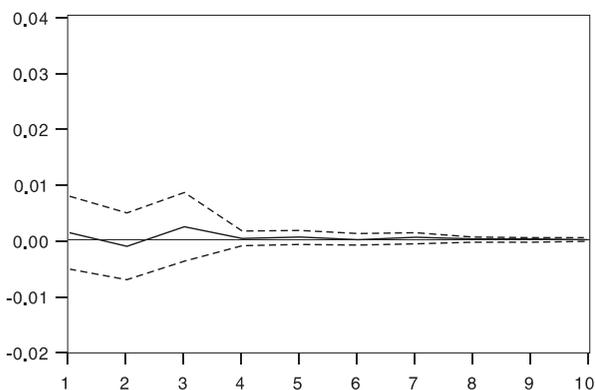
Respuesta de INTRATIO a INTRATIO



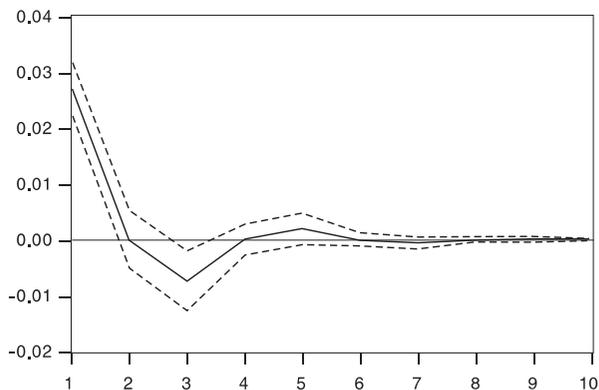
Respuesta de INTRATIO a D(LOG(TCRPP))



Respuesta de D(LOG(TCRPP)) a INTRATIO



Respuesta de D(LOG(TCRPP)) a D(LOG(TCRPP))



Cuadro 6
Descomposición de la Varianza Δ TCRPP

Periodo	Error Estándar	Int. E.U./Int. Méx.	Δ TCRPP
1	0.027	0.23	99.77
2	0.027	0.39	99.61
3	0.028	1.04	98.96
4	0.028	1.05	98.95
5	0.028	1.07	98.93
6	0.028	1.07	98.93
7	0.028	1.08	98.92
8	0.028	1.09	98.91
9	0.028	1.09	98.91
10	0.028	1.09	98.91

Conclusión

En este documento se examinan las causas de las fluctuaciones del tipo de cambio bilateral México-E.U. El análisis muestra que los cambios en la cotización del peso durante el periodo de libre flotación se deben tanto a factores reales como nominales. Dentro de estos choques aquellos producidos por variables de inversión son los que han causado un mayor efecto en el tipo de cambio.

Asimismo, se encuentra que el diferencial entre la tasa real de corto plazo ex ante entre Estados Unidos y México no presenta un poder explicativo significativo sobre las fluctuaciones del tipo de cambio real.

Referencias bibliográficas

- Beveridge, S., Nelson [1981], "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle", *Journal of Monetary Economics* 7, pp. 151-174.
- Blanchard, Oliver J. y Danny Quah [1989], "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", *American Economic Review* 79, pp. 655-673.
- Carstens, Agustín G. y Alejandro M. Werner [1999], "Mexico's Monetary Policy Framework Under a Floating Exchange Rate Regime", *Documento de Investigación No. 9905*, Banco de México.
- Clarida, Richard y Jordi Gali [1994], "Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: How Important are Nominal Shocks?", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 41, pp. 1-56.
- Enders, Walter y Bong-Soo Lee [1997], "Accounting for Real and Nominal Exchange Rate Movements in the Post-Bretton Woods Period", *Journal of International Money and Finance* 16, pp. 233-254.
- Evans, Martin D.D. y James Lothian [1993], "The Response of Exchange Rates to Permanent and Transitory Shocks Under Floating Exchange Rates", *Journal of International Money and Finance* 12, pp. 563-586.
- Hamilton, James D. [1994], "Times Series Analysis" Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Lastrapes, William D. [1992], "Sources of Fluctuations in Real and Nominal Exchange Rates", *The Review of Economics and Statistics* 74, pp. 530-539.
- Werner, Alejandro M. [1997], "El Efecto Sobre el Tipo de Cambio y las Tasas de Interés de las Intervenciones en el Mercado Cambiario y del Proceso de Esterilización", *Documento de Investigación No. 9706*, Banco de México.

