

XIII Asamblea General de ALAFEC

Buenos Aires, Argentina
del 9 al 12 de Octubre de 2012



**El tipo de cambio peso-dólar y sus
determinantes económico-
financieros: Un modelo de vectores
autorregresivos [VAR].**

Título:

El tipo de cambio peso-dólar y sus determinantes económico-financieros: Un modelo de vectores autorregresivos [VAR].

Área temática:

Finanzas

Sub área temática:

Modelos de Valoración de Riesgos Financieros

Autor

Arturo Morales Castro

Institución

División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México

Domicilio

Calle de las Flores No. 45 Col. Tetelpan, Del. Álvaro Obregón, C.P. 01700, México, D.F.

Número de teléfono y fax

Teléfono Casa 5585 9822

Teléfono Celular 04455 4371 3456

Teléfono Oficina 5622 8456

Dirección electrónica

amorales@fca.unam.mx

arturo_moralesc@yahoo.com.mx

El tipo de cambio peso-dólar y sus determinantes económico-financieros: Un modelo de vectores autorregresivos [VAR].

Dr. Arturo Morales Castro

Introducción

Para explicar los determinantes del tipo de cambio en los años siguientes a 1995 la teoría de la determinación del tipo de cambio ha sido objeto de un debate obstinado y de intensa investigación en los últimos. En este momento, parece encontrarse en un callejón sin salida. Poco más de un decenio de tipos de cambio flotantes y algunas decenas (o centenas) de artículos en los cuales se captaron, debatieron y analizaron los determinantes del tipo de cambio durante ese periodo, han llevado a descartar muchas hipótesis y dejado escasas certidumbres.

En palabras de Frenkel “Pensamos que el modelo de la paridad del poder adquisitivo funcionaba, pero entró en colapso; pensábamos que el modelo monetario simple funcionaba, y falló; volvimos la mirada al modelo de la cuenta corriente, y no encontramos mucha ayuda; y así indefinidamente. De hecho, a primera vista, los tipos de cambio parecen seguir un ritmo aleatorio”.¹

Ante tal afirmación, la literatura económica-financiera sobre los determinantes del tipo de cambio progresivamente ha rechazado las versiones simplistas, y ha ido avanzando en la formulación de enfoques teóricos del tipo de cambio cada vez más complejos.

En la realidad el tipo de cambio está influenciado por muchos factores de más corto plazo como los movimientos de los flujos de capitales internacionales, la volatilidad en el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa de Valores, los incrementos de las tasas de interés extranjeras, el precio del petróleo, el saldo de las reservas internacionales, y los eventos económicos, políticos y sociales, además, también el manejo del gobierno puede inducir en

¹FRENKEL, Jacob A., “Comment”, en William H. Branson, “Cause of appreciation and volatility of the dollar”, *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper*, núm. 1777, septiembre 1985.

forma indirecta el comportamiento del tipo de cambio por medio de la política monetaria y fiscal. Y si adicionalmente suceden eventos no previstos como crisis repentinas en algún país o región se complica definir los determinantes de la paridad de una moneda.

Todos y cada uno de estos factores no son considerados por la teoría clásica de la Paridad del Poder de Compra o modelos empíricos derivados directamente de esta teoría o de la combinación de ellas para explicar los determinantes del tipo de cambio. Esto realmente hace un llamado a investigar las variables económico-financieras que influyen en la determinación el tipo de cambio para el caso de México.

En este sentido, el objetivo de la presente investigación, es estimar un modelo de vectores autorregresivos capaz de describir el comportamiento y la interrelación entre variables que determinan el tipo de cambio fix en el corto plazo para la economía mexicana.

Revisión de la literatura

La crisis del peso mexicano de 1994-1995 ha sido uno de los eventos más analizados en las publicaciones de economía y finanzas dedicadas al estudio de las crisis cambiarias. En diversas investigaciones es posible encontrar explicaciones muy perspicaces sobre las causas y las consecuencias de este evento. Sachs et al. 1996a² y Sachs et al. 1996b,³ por ejemplo, describen las condiciones macroeconómicas y financieras prevalecientes en México antes y durante la crisis, y explican cómo arrastraron a la economía mexicana a un estado de pánico que acabó por cumplir su profecía.

Gil-Díaz y Carstens 1996a⁴ y Gil-Díaz y Carstens 1996b,⁵ señalan que una consecuencia de la crisis financiera de 1994 fue la adopción de una política de régimen de libre flotación para

²SACHS, Jeffrey; TORNELL, Aarón y VELASCO, Andrés, “The Mexican Peso Crisis: Sudden Death or Death Foretold?”, *Journal of International Economics*, núm. 41, 1996a, pp. 265-283.

³SACHS Jeffrey, TORNELL, Aarón y VELASCO, Andrés, “The Collapse of the Mexican Peso: What Have We Learned?”, *Economic Policy*, núm.22, 1996b, pp. 13-63.

⁴GIL-DÍAZ, Francisco y CARSTENS, Agustín, “Some hypotheses Related to the Mexican 1994-95 Crisis”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 9601, 1996a.

⁵GIL-DÍAZ, Francisco y CARSTENS, Agustín, “The Mexican Peso Crisis: Causes and Policy Lessons. One Year of Solitude: Some Pilgrim Tales about Mexico’s 1994-1995 Crisis”, *American Economic Review*, núm. 86, 1996b, pp. 164-169.

determinar el tipo de cambio. De manera similar, en los estudios de Edwards 1998⁶ y Edwards y Savastano 1998⁷ se evalúan sucesos que pudieron haber contribuido a la devaluación de la moneda, incluidos una mayor incertidumbre política debido al levantamiento militar en Chiapas y a la desaceleración de la productividad.

A la vez, Josefina León León 2008,⁸ da a conocer los factores económicos, políticos y sociales que influyeron en el comportamiento del tipo de cambio a finales de 1994. Los estudios publicados se centran en evaluar el comportamiento del tipo de cambio nominal y real, más no las variables que lo determinan. Engel 2000⁹ y Mendoza 2000,¹⁰ por ejemplo, identifican los factores que han influido en la variación del tipo de cambio real.

Werner en el año de 1997a¹¹ presenta un estudio sobre el comportamiento del tipo de cambio en México durante el período 1995-1996, en el cual estuvo vigente el régimen de libre flotación, y se estudia el efecto de las tasas de interés nacionales y externas sobre el tipo de cambio y su volatilidad, sin embargo, no se identifican las variables que han influido en la determinación del tipo de cambio. En el mismo año Werner 1997b¹² estudia los impactos sobre el tipo de cambio y las tasas de interés tanto de las intervenciones del Banco de México, realizadas en el mercado cambiario a través del mecanismo de opciones, así como de la política de esterilización que siguió el Instituto Central en 1997, en este estudio no se identifican las variables que han influido en la determinación del tipo de cambio.

⁶EDWARDS, Sebastian, “The Mexican Peso Crisis: How Much Did We Know? When Did We Know It?”, *The World Economy*, núm. 21, 1998, pp.1-30

⁷EDWARDS, Sebastian y SAVASTANO, Miguel A., “The Morning After: The Mexican Peso in the Aftermath of the 1994 Currency Crisis”, *National Bureau of Economic Research (NBER)*, Working Paper, núm.6516, 1998.

⁸LEÓN LEÓN, Josefina, “La mano invisible del mercado y la evolución de las políticas monetaria y cambiaria: México, 1995-2005”, *Análisis Económico*, núm. 53, vol. XXIII, Segundo cuatrimestre de 2008, pp. 111-142.

⁹ENGEL, Charles, “Optimal exchange rate policy: the influence of price setting an asset markets”, *National Bureau of Economic Research (NBER)*, Working Paper, núm.7889, 2000.

¹⁰MENDOZA, Enrique, “On the Instability of Variance Decompositions of the Real Exchange Rate Across Exchange-Rate Regimes: Evidence from Mexico and the United States”, *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper*, núm.7768, 2000.

¹¹WERNER, Alejandro M., “Un estudio estadístico sobre el comportamiento de la cotización del peso mexicano frente al dólar y su volatilidad”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 9701, marzo 1997a.

¹²WERNER, Alejandro M., “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*, Banco de México, núm. 9706, 1997b.

Werner y Bazdresch 2002¹³ desarrollan un modelo monetario de determinación del tipo de cambio para explicar los movimientos diarios en el valor del peso respecto al dólar, sin identificar las variables que han influido en estos movimientos del tipo de cambio. Alejandro Macías 2003¹⁴ realiza un análisis teórico del modelo de la Paridad del Poder de Compra en el periodo 1982-2002 para México, y Ramón Castillo y Jorge Herrera 2005¹⁵ prueban los modelos monetarios tradicionales básicos del tipo de cambio.

Estos estudios aportan resultados importantes que contribuyen a comprender el comportamiento del tipo de cambio peso-dólar; pero, no las variables que determinan su evolución; incluso una posible explicación es que antes de 1995 el tipo de cambio operó en diversos regímenes distintos del de flotación, como los de cambio fijo, de vínculo móvil y múltiple, por lo que los factores determinantes eran más o menos conocidos, como se concluye en Pedro Aspe 1993,¹⁶

Nora Lustig 1995,¹⁷ Raúl Morales 1996,¹⁸ y Beatriz Mota y Guillermo Martínez 1999¹⁹, esto es de sorprender porque gran cantidad de investigaciones estudian los factores determinantes del tipo de cambio del dólar estadounidense respecto de las monedas de sus principales socios comerciales como se da a conocer en los estudios de Rudiger Dornbusch 1976,²⁰ Jacob A. Frenkel 1976,²¹ y Marin Charron 2001.²²

¹³WERNER, Alejandro M. y BAZDRESCH, Santiago, “El comportamiento del tipo de cambio en México y el régimen de libre flotación: 1996–2001”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 2002-9, 2002.

¹⁴MACÍAS MACÍAS, Alejandro, “Tipo de cambio y paridad del poder de compra en México”, *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 9, septiembre 2003, México, pp. 820-831.

¹⁵CASTILLO PONCE, Ramón A. y HERRERA HERNÁNDEZ, Jorge, “Factores determinantes del tipo de cambio peso-dólar durante el período de libre flotación”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 11, noviembre 2005, México, pp. 926-935.

¹⁶ASPE ARMELLA, Pedro, *El camino mexicano de la transformación económica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1993, 140 pp.

¹⁷LUSTIG, Nora, “México y la crisis del peso: lo previsible y la sorpresa”, *Comercio Exterior*, vol. 45 núm. 5, mayo 1995, México, pp. 374-382.

¹⁸MORALES CASTAÑEDA, Raúl, “México: valuación de la moneda y sustentabilidad del tipo de cambio”, *Comercio Exterior*, vol. 46, núm. 4, abril 1996, México, pp.295-307.

¹⁹MOTA ARAGÓN, M. Beatriz y MARTÍNEZ ATILANO, Guillermo, “Dinámica de la volatilidad del tipo de cambio”, *Comercio Exterior*, vol. 49, núm. 5, mayo 1999, México, pp. 455-460.

²⁰DORNBUSCH, Rudiger, “Expectations and exchange rate dynamics”, *Journal of Political Economy*, núm. 84, 1976, pp. 1161-1176.

²¹FRENKEL, Jacob A., “A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence”, *Scandinavian Journal of Economics*, 1976, núm. 78, pp. 255-276.

²²CHARRON, Martin, “A Medium-Term Forecasting Equation for the Canada-U.S. Real Exchange Rate”, *Working Paper*, 2001-08, Banco de Canada, 2001.

Especificación del modelo de Vectores Autorregresivos

El modelo VAR pretende especificar un modelo que recoja de la mejor forma posible la evolución de un sistema económico sin que sea necesario imponer demasiadas restricciones a priori; únicamente se necesita especificar las variables que intervienen y el número de rezagos adecuado.²³ Una vez determinadas las variables y los rezagos adecuados, bastará con especificar cada variable en función de sus propios rezagos y de los valores rezagados del resto de las variables.

El enfoque VAR estándar sugiere estimar un modelo que incluya únicamente rezagos de todas las variables endógenas incorporadas en el modelo de la siguiente forma:

$$y_t = d_t + Cy_{t-1} + v_t \quad (1.1)$$

Donde y_t es un vector de variables endógenas, d_t es un vector de componentes determinísticos (constante, tendencia y dummies estacionales o de intervención) y v_t es un vector de innovaciones. El conjunto de ecuaciones establecidas en (1.1) no ofrecen alguna explicación de las relaciones instantáneas (efectos contemporáneos) entre las variables relevantes, únicamente de los efectos rezagados; pero tales efectos contemporáneos están naturalmente incorporados en la estructura de las correlaciones de la matriz de covarianza del vector v_t .

²³La determinación del número óptimo de rezagos debe analizarse de forma cuantitativa, ya que no existen evidencias teóricas al respecto. Sims, en su artículo "Macroeconomics and reality". *Econometrica*, vol. 10, núm. 1, enero 1980, pp. 1-48., propone la utilización de una razón de verosimilitud entre el modelo restringido (el que tiene el menor número de rezagos) y el modelo ampliado (el que incluye todos los rezagos deseados):

$$(T - c) [\log |\Sigma_r| - \text{Log} |\Sigma_a|] \approx X_R^2$$

Con T número de observaciones, c número de variables de modelo ampliado, Σ matrices de productos cruzados de residuos, R número total de restricciones. Otras medidas alternativas de selección de rezagos son: Akaike

Information Criteria $AIC = -2 \frac{\ell}{N} + 2 \frac{k}{N}$, y *Schwarz Criteria* $SC = -2 \frac{\ell}{N} + k \frac{\log(N)}{N}$. Donde

$\ell = \frac{-Nm}{2} (1 + 2 \log 2\pi) - \frac{N}{2} \log |\Sigma|$, y m número de ecuaciones, y c el número de variables.

Este hecho implica que las innovaciones en el vector v_t están correlacionadas contemporáneamente. La examinación exhaustiva del denominado VAR primitivo conduce a un mejor entendimiento de tales dificultades (Enders²⁴).

$$By_t = d_t + Ay_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1.2)$$

En esta última ecuación los errores en ε_t no están correlacionados entre ellos, dado que la matriz B en (1.2) contiene las interacciones contemporáneas entre las variables. La matriz A en el lado derecho de la misma ecuación encapsula las interacciones rezagadas entre las mismas variables. Así es posible inferir que el modelo VAR reducido (1.1) es simplemente una reparametrización de la especificación más general dada por el modelo VAR primitivo donde v_t son combinaciones lineales de los choques no correlacionados ε_t .

Especificación del modelo VAR para México

En línea con los trabajos empíricos de Alejandro Werner 1997a,²⁵ Alejandro Werner 1997b,²⁶ Alejandro Werner y M. Bazdresch 2002,²⁷ Ramón Castillo 2005,²⁸ Julio A. Carrillo 2002,²⁹ Agustín Carstens 1982,³⁰ Agustín Carstens 1985,³¹ Takatoshi Ito y Yuri Sasaki et al 2005,³² y

²⁴ENDERS, Walter, *Applied Econometric Time Series*, Nueva York, Estados Unidos, John Wiley and Sons, 1995, 433 pp.

²⁵WERNER, Alejandro M., “Un estudio estadístico sobre el comportamiento de la cotización del peso mexicano frente al dólar y su volatilidad”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 9701, marzo 1997a.

²⁶WERNER, Alejandro M., “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*, Banco de México, núm. 9706, 1997b.

²⁷WERNER, Alejandro M. y BAZDRESCH, Santiago, “El comportamiento del tipo de cambio en México y el régimen de libre flotación: 1996–2001”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 2002-9, 2002.

²⁸CASTILLO PONCE, Ramón A. y HERRERA HERNÁNDEZ, Jorge, “Factores determinantes del tipo de cambio peso-dólar durante el período de libre flotación”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 11, noviembre 2005, México, pp. 926-935.

²⁹CARRILLO ABREGO, Julio A., *Determinación del tipo de cambio: Una aplicación del enfoque monetario para la cotización del peso mexicano y el dólar estadounidense, para el período de 1995 a 2001*, Tesis Profesional, UANL, México, 2002, 101 pp., más bibliografía y anexos.

³⁰CARSTENS CARSTENS, Agustín G., *La determinación del tipo de cambio forwards: el caso de México*, Tesis Profesional, ITAM, México, 1982, 159 pp. más bibliografía y anexos.

³¹CARSTENS CARSTENS, Agustín G., *A Study on the Mexican Peso Forward Exchange Market*, Tesis Doctoral, Universidad de Chicago, 1985, 191 pp.

³²ITO, Takatoshi, SASAKI, Yuri N. y SATO, Kiyotaka, “Pass-Through of Exchange Rate Changes and Macroeconomic Shocks to Domestic Inflation in East Asian Countries”, *RIETI Discussion Papers Series*, 05-E-020, abril 2005, pp. 2-55.

Timotea Ma. De la Paz Guzmán Plata,³³ pero para un periodo diferente, utilizando variables distintas a estos estudios, y con la metodología VAR como herramienta econométrica,³⁴ se aborda el estudio de verificar si las variables económico-financieras: Precio del petróleo, Oferta monetaria, Brecha del producto, Inflación, y Tasa de interés, son los determinantes a corto plazo del tipo de cambio peso-dólar en México, en el periodo 1999-2007.

Diferente a la mayoría de la literatura, en el presente trabajo se realiza una evaluación de inferencia económica entre cinco variables (Precio del petróleo, Oferta monetaria, Brecha del producto, Inflación, y Tasa de interés), y el tipo de cambio *fix*, con la finalidad de saber si las variables de interés incidieron en el tipo de cambio, y dar cuenta si están relacionadas dinámicamente a través del tiempo, esto, con la metodología de Vectores Autorregresivos.³⁵

Se especificó y estimó el modelo VAR para el siguiente vector de seis variables endógenas:

$z_t = (\Delta pet_t, \Delta m_t^s, \Delta p_t, \Delta i_t, \Delta tc_t, brecha_t)$, las series económico-financieras incorporadas en el modelo son las sugeridas por Ito Takatoshi et al.³⁶ y por Timotea Ma. de la Paz Guzmán Plata.³⁷ Las variables económico-financieras son: el precio del petróleo, [Δpet_t], la oferta

³³GUZMÁN PLATA, Timotea Ma. De la Paz, *Fundamentos, causalidad y predicción en los mercados cambiario y bursátil mexicanos*, Tesis Doctoral, Doctorado en Ciencias Económicas, ESE-IPN, México, 2006a, 203 pp.

³⁴LANDAVERDE FLORES, José Francisco, *Aplicación de vectores autorregresivos como herramienta econométrica*, Tesis Profesional, ACATLAN-UNAM, México, 2004, 80 pp., más bibliografía.

³⁵La esencia de los modelos VAR es la siguiente: se propone un sistema de ecuaciones, con tantas ecuaciones como series a analizar o predecir, pero en el que no se distingue entre variables endógenas y exógenas. Así, cada variable es explicada por los retardos de sí misma y por los retardos de las demás variables. Se configura entonces un sistema de ecuaciones autorregresivos, o si se quiere ver así, un vector autorregresivo (VAR).

La expresión general de un modelo VAR vendría dada por la siguiente especificación:

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \beta x_t + \varepsilon_t$$

donde y_t es un vector con las g variables objeto de predicción (llamémoslas explicadas), x_t es un vector de k variables que explican adicionalmente a las anteriores, los coeficientes alpha y beta son matrices de coeficientes a estimar, y ε es un vector de perturbaciones aleatorias (una por ecuación), cada una de las cuales cumple individualmente el supuesto de ruido blanco (homocedasticidad y ausencia de autocorrelación), y entre ellas cumplen el supuesto de homocedasticidad inter-ecuaciones. Así especificado el modelo, puede ser estimado de manera consistente por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

³⁶ITO, Takatoshi, SASAKI, Yuri N. y SATO, Kiyotaka, *op cit.*, 2005.

³⁷GUZMÁN PLATA, Timotea Ma. De la Paz, *op cit.*, 2006a.

monetaria a través de M2, $[\Delta m_t^s]$, la brecha del producto obtenida a través de la diferencia del logaritmo natural del Índice de Volumen de la Producción Industrial y el producto potencial resultante de aplicar el filtro de Hodrick-Prescott a este mismo índice³⁸ $[brecha_t]$, la inflación doméstica incorporada a través del Índice de Precios al Productor, $[\Delta p_t]$, el tipo de cambio *fix* al final del periodo, $[\Delta tc_t]$, y $[\Delta]$ representa el operador de primeras diferencias, y como una extensión a las variables propuestas por Ito Takatoshi et al., se incorpora la tasa de interés de corto plazo considerando la tasa de CETES a 28 días $[\Delta i_t]$.

Así el VAR asume la siguiente expresión:

$$z_t = A_0 + A_1 z_{t-1} + B_1 d_t + B_2 di_t + \varepsilon_t \quad (1.3)$$

Donde en esta última expresión (1.3): d_t es un vector de *dummies* estacionales, y di_t es un vector de *dummies* de intervención, es decir registran “sobresaltos” o valores extremos de las variables.

Así, la ecuación del VAR en forma matricial es la siguiente

$$\begin{bmatrix} \Delta pet_t \\ \Delta m_t^s \\ \Delta p_t \\ \Delta i_t \\ \Delta tc_t \\ brecha_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta pet_{t-1} \\ \Delta m_{t-1}^s \\ \Delta p_{t-1} \\ \Delta i_{t-1} \\ \Delta tc_{t-1} \\ brecha_{t-1} \end{bmatrix} + B_0 Dum_t + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \\ \varepsilon_{5t} \\ \varepsilon_{6t} \end{bmatrix}$$

Donde

Δ = Representa el operador de primeras diferencias y $B_0 Dum_t$ = Representa la parte determinística de las *dummies*.

³⁸En este punto diferimos de la metodología de Ito Takatoshi et al. (2005), para estimar la brecha del producto. En el trabajo de Ito Takatoshi et al. (2005) la brecha del producto se obtiene de la diferencia del logaritmo del índice de la producción industrial del producto potencial ajustado por una tendencia lineal cuadrática. El aplicar la metodología de estos autores para estimar la brecha del producto no garantiza la estacionariedad en el caso de México, por esta razón preferimos utilizar el filtro de Hodrick-Prescott para estimar dicha brecha.

La estrategia de estimación fue la siguiente: primero, se aplicaron las pruebas de raíces unitarias para determinar el orden de integración de las variables; segundo, se verificó el número óptimo de rezagos en el VAR de acuerdo con los criterios convencionales, donde se optó por estimarlo con un sólo rezago de acuerdo al criterio de *Schwartz*, y con *dummies* estacionales y con una *dummy* de intervención para la tasa de interés que da cuenta de los sobresaltos que experimenta esta variable en el periodo de estudio; tercero, una vez que se eligió este criterio se estimó el VAR con distintos periodos muestrales, contrastando en cada caso las distintas pruebas requeridas para el ajuste del VAR como son: las de no autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad en los residuos tanto de manera individual como de forma conjunta, así como las de estabilidad y convergencia también aplicadas frecuentemente a este tipo de modelos.

De esta forma, se estimó el VAR con estas variables para el periodo comprendido entre 1999:02 y 2007:12 con datos mensuales y, cuarto, se procedió a explicar los resultados en términos de inferencia económica que se desprenden de nuestra estimación.

Resultados de la estimación del VAR con los fundamentales de corto plazo

Análisis de integración

La aplicación de modelos VAR debe realizarse con series estacionarias. La estacionariedad exige que se cumpla un doble requisito en la práctica: a) una media aproximadamente constante en el tiempo, b) una varianza o dispersión también constante, esto es, que su media y su varianza no dependan del tiempo. Antes de realizar la estimación del modelo, es necesario que las variables sean estacionarias. Por lo tanto, se aplicaron las pruebas de raíces unitarias para determinar el orden de integración de las variables. La prueba de raíces unitarias utilizada fue: la prueba ADF (*Augmented Dickey-Fuller*).

El cuadro 1 Prueba *Dickey-Fuller* Aumentada de las series de las variables para el VAR, muestra los resultados de las pruebas de raíces unitarias, para el periodo que comprende de 1999:02 a 2007:12.

De esta manera se garantiza la estacionariedad de las primeras diferencias de las series de las variables en cuestión, como se puede apreciar en el cuadro 1 Prueba *Dickey-Fuller* Aumentada de las series de las variables para el VAR.

Cuadro 1
Prueba *Dickey-Fuller* Aumentada de las series de las variables para el VAR

Serie	t_{a1}	$t_{\gamma l}$	Rezagos	5 %	1 %
Δpet_t	-8.7050	-	0	-2.8892	-3.4937
Δi_t	-9.7209	-	0	-2.8892	-3.4937
Δm_t	-8.6281	-11.7161	1	-2.8892	-3.4937
Δtc_t	-10.2627	-	0	-2.8892	-3.4937
$brecha_t$	-2.5143 *		12	-1.942	-2.5897
Δp_t	-7.6097	-	0	-2.8892	-3.4937

Nota: t_{a1} representa el *t-estadístico* de la prueba *Dickey-Fuller*, $t_{\gamma l}$ el *t-estadístico* del último rezago. Pruebas realizadas en *Eviews 5.0*. El (*) indica que no es posible rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al 1% de significancia.

Como se planteó en la metodología econométrica de vectores autorregresivos y en la metodología para la estimación de modelos econométricos, la prueba consiste en estimar el siguiente modelo, en primeras diferencias, para cada una de las series:

$$\Delta y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{1.4}$$

En este modelo ε_t es un término de error puro con ruido blanco y $\Delta y_{t-1} = (y_{t-1} - y_{t-2})$, $\Delta y_{t-2} = (y_{t-2} - y_{t-3})$, etc.

El número de términos de diferencia rezagados que se debe incluir, con frecuencia se determina de manera empírica, siendo la idea incluir los términos suficientes para que el término de error en $\Delta y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$ no esté serialmente relacionado.

En la prueba de *Dickey Fuller* aumentada se valida la hipótesis nula y alternativa como:

$$H_0 : \alpha_1 = 0 \text{ y } H_1 : \alpha_1 < 0$$

Considerando que si se acepta la hipótesis nula existe una raíz unitaria o es una serie no estacionaria, y si no se rechaza la hipótesis alternativa no existe una raíz unitaria o es una serie estacionaria.

En el cuadro 1 Prueba *Dickey-Fuller* Aumentada de las series de las variables para el VAR, la columna rotulada con t_{a_1} proporciona el estadístico t experimental correspondiente al coeficiente a_1 , el cual se distribuye como una *Dickey-Fuller*, así este coeficiente se contrasta con los valores críticos de esa distribución tanto al 5% como al 1% de significancia, columnas 5 y 6 respectivamente.

De esta manera, para el precio del petróleo, $[\Delta pet_t]$, la tasa de interés, $[\Delta i_t]$, la oferta monetaria, $[\Delta m_t^s]$, el tipo de cambio, $[\Delta tc_t]$, y el índice de precios al productor, $[\Delta p_t]$, la prueba se realizó incluyendo una constante, mientras que para la brecha del producto, $[brecha_t]$, la prueba se especificó sin ningún término determinista.

Todas las series resultaron ser estacionarias en su primera diferencia tanto al 5% como al 1% de significancia de acuerdo con la prueba *Dickey-Fuller* Aumentada (ADF), con excepción de la brecha del producto con la cual no se pudo rechazar la hipótesis nula de la raíz unitaria al 1%.

Estimación del modelo de Vectores Autorregresivos

Después de realizar las pruebas de raíz unitaria se procedió a estimar el modelo VAR. El sistema a modelar está conformado por el precio del petróleo, $[\Delta pet_t]$, la oferta monetaria, $[\Delta m_t^s]$, el tipo de cambio, $[\Delta tc_t]$, y el índice de precios al productor, $[\Delta p_t]$.

Δm_t^s], la brecha del producto [*brecha_t*], la inflación [Δp_t], la tasa de interés de corto plazo [Δi_t], y el tipo de cambio *fix* [Δtc_t]. La muestra para todas las series comprende el periodo que va de 1999:02 a 2007:12.

La elección del número de rezagos se eligió con base en la prueba del criterio secuencial modificado de máxima verosimilitud, el VAR se estimó con un rezago y en la parte determinística se incluyeron variables *dummies* estacionales (componentes estacionales) y una *dummy* de intervención para los valores extremos de la tasa de interés.

Las pruebas de diagnóstico para los residuos del VAR de manera individual para cada ecuación se presentan en el cuadro 2. Las pruebas de diagnóstico para los residuos del VAR de manera conjunta se presentan en el cuadro 3, como se puede apreciar en dichos cuadros los residuales cumplen con los supuestos del modelo de regresión lineal general.

El cuadro 2, muestra las pruebas de diagnóstico de manera individual para el VAR estimado; la columna rotulada con *Estadístico F* y la columna rotulada con *Jarque-Bera* proporciona el estadístico experimental correspondiente a la variable y se da a conocer con fines informativos y no comparativos. La columna *Probabilidad* proporciona el *p-value* o el valor de la probabilidad que se encuentra a la derecha por debajo de la curva que corresponde al estadístico experimental de cada distribución.

En el cuadro 2 el valor de *Probabilidad* se debe interpretar de la siguiente forma: Valores de *Probabilidad* (*t*) mayores a 0.05 (o siendo un poco más flexibles, mayores a 0.01) implica una aceptación a la hipótesis nula o a su no rechazo en el entendido de que en todas y cada una de las pruebas, la hipótesis nula considera que no se infringe los supuestos de la Regresión Lineal General.

Cuadro 2

Prueba de diagnóstico para residuos de manera individual para cada ecuación del VAR (1)

Pruebas individuales de cada ecuación del VAR

<i>Variables</i>	<i>Autocorrelación</i>		<i>Normalidad</i>		<i>Heterocedasticidad</i>	
	<i>Estadístico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Jarque-</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Probabilidad</i>
	<i>F</i>		<i>Bera</i>		<i>F</i>	
Δ_{pet}	0.5505	[0.4600]	8.0987	[0.0174]	1.2625	[0.2572]
Δ_{cetes}	3.9915	[0.0483]	2.7892	[0.2479]	0.7470	[0.7534]
Δ_m	0.1834	[0.6693]	0.4426	[0.8014]	0.7949	[0.6800]
Δ_{tc}	0.0065	[0.9356]	0.2192	[0.5627]	1.3564	[0.1751]
<i>brecha</i>	0.1353	[0.2526]	0.6432	[0.5153]	1.3903	[0.1573]
Δ_p	6.6474	[0.0115]	0.4826	[0.7856]	2.0105	[0.0301]

Nota: La prueba de autocorrelación es la de Multiplicadores de Lagrange (LM) con un rezago, la de normalidad es la *Jarque-Bera* y la de Heterocedasticidad es la de *White* sin términos cruzados. El modelo VAR estimado incluye un rezago VAR(1). Hipótesis Nula = No existe autocorrelación, Hipótesis Alternativa= Existe autocorrelación. El nivel de significancia es de 5%.

El cuadro 3, muestra las pruebas de diagnóstico de manera conjunta para el VAR estimado; la columna rotulada con *Estadístico* proporciona el estadístico experimental correspondiente a la prueba realizada (Multiplicadores de Lagrange, Jarque-Bera, y White) donde cada una de las pruebas se distribuye de acuerdo al estadístico experimental reportado y es con fines informativos y no comparativos. La columna *Probabilidad* proporciona el *p-value* o el valor de la probabilidad que se encuentra a la derecha por debajo de la curva que corresponde al estadístico experimental de cada distribución.

En el cuadro 3 el valor de *Probabilidad* se debe interpretar de la siguiente forma: Valores de *Probabilidad* (t) mayores a 0.05 implica una aceptación a la hipótesis nula o a su no rechazo en el entendido de que en todas y cada una de las pruebas la hipótesis nula considera que no se infringe los supuestos de la Regresión Lineal General.

Cuadro 3

Pruebas de diagnóstico para residuos de manera conjunta para el VAR

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Probabilidad</i>
<i>Autocorrelación</i>		
<i>LM</i> (1)	50.4005	[0.0561]
<i>LM</i> (2)	37.8129	[0.3865]
<i>Normalidad</i>		
<i>Jarque-Bera</i>	19.9556	[0.0679]
<i>Heterocedasticidad</i>		
<i>White</i>	377.1228	[0.2224]

El modelo VAR estimado incluye un rezago VAR (1), y el nivel de significancia es de 5%.

Dichas pruebas revelan que el VAR no presenta problemas de autocorrelación, ni de heterocedasticidad, y los residuos tienen una distribución normal tanto de manera individual como de forma conjunta.

El cuadro 4 muestra las raíces características del modelo. Es condición requerida que el valor del módulo del número complejo sea menor a la unidad ya que ello garantiza convergencia y estabilidad del modelo, un valor mayor a uno indica un comportamiento explosivo y por lo tanto no converge y no hay equilibrio en el modelo VAR.

Cuadro 4
Prueba de raíces características del modelo

Variables Endógenas: Δpet Δi Δm Δtc *brecha* Δp

Variables Exógenas: C @SEAS (1) @SEAS(2) @SEAS(4)

@SEAS(6) @SEA(10) *dum_cet*

<i>Raíz</i>	<i>Módulo del número complejo</i>
0.205019 - 0.313380i	0.374486
0.205019 + 0.313380i	0.374486
0.188262	0.188262
-0.102176 - 0.152017i	0.183165
-0.102176 + 0.152017i	0.183165
0.004944	0.004944

Ninguna raíz se encuentra fuera del círculo unitario.

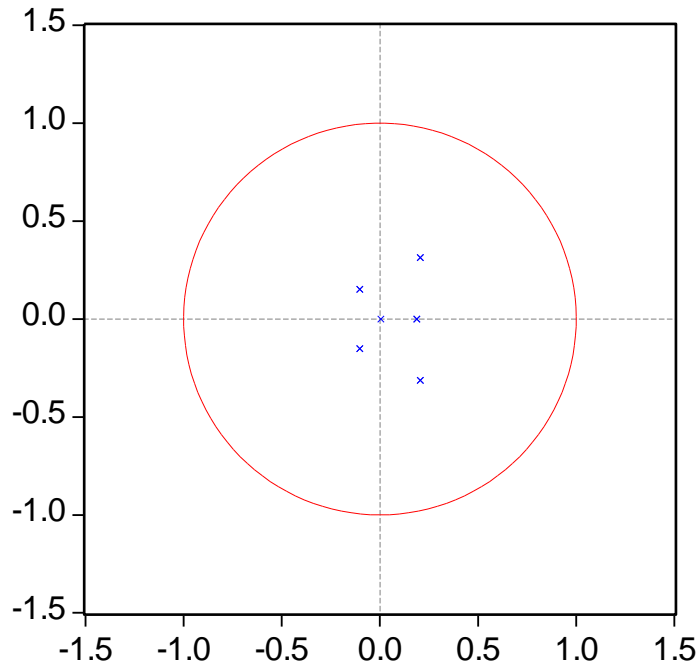
El VAR(1) satisface las condiciones de estabilidad.

El modelo VAR satisface las condiciones de estabilidad, pues se descartó la presencia de raíces unitarias en su representación de media móvil. La implicación económica de la condición de estabilidad es asegurar que la dinámica del VAR sea consistente con un comportamiento no explosivo. Gráficamente, las raíces características del modelo VAR es representado de la siguiente forma:

Gráfica 1

Gráfica de las raíces características del modelo VAR

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Como se puede apreciar en la gráfica 1, el VAR satisface la condición de estabilidad dado que ninguna de las raíces se encuentra fuera del círculo. El modelo pasa las pruebas de normalidad, de autocorrelación y de heterocedasticidad, así como las pruebas de diagnóstico y estabilidad.

Análisis de la función Impulso-Respuesta

El análisis impulso-respuesta indica la respuesta dinámica de la variable dependiente en el sistema VAR ante choques en los términos de error o innovaciones de todas las variables endógenas, excluyendo los efectos de las variables que expresamente se asignan como exógenas.

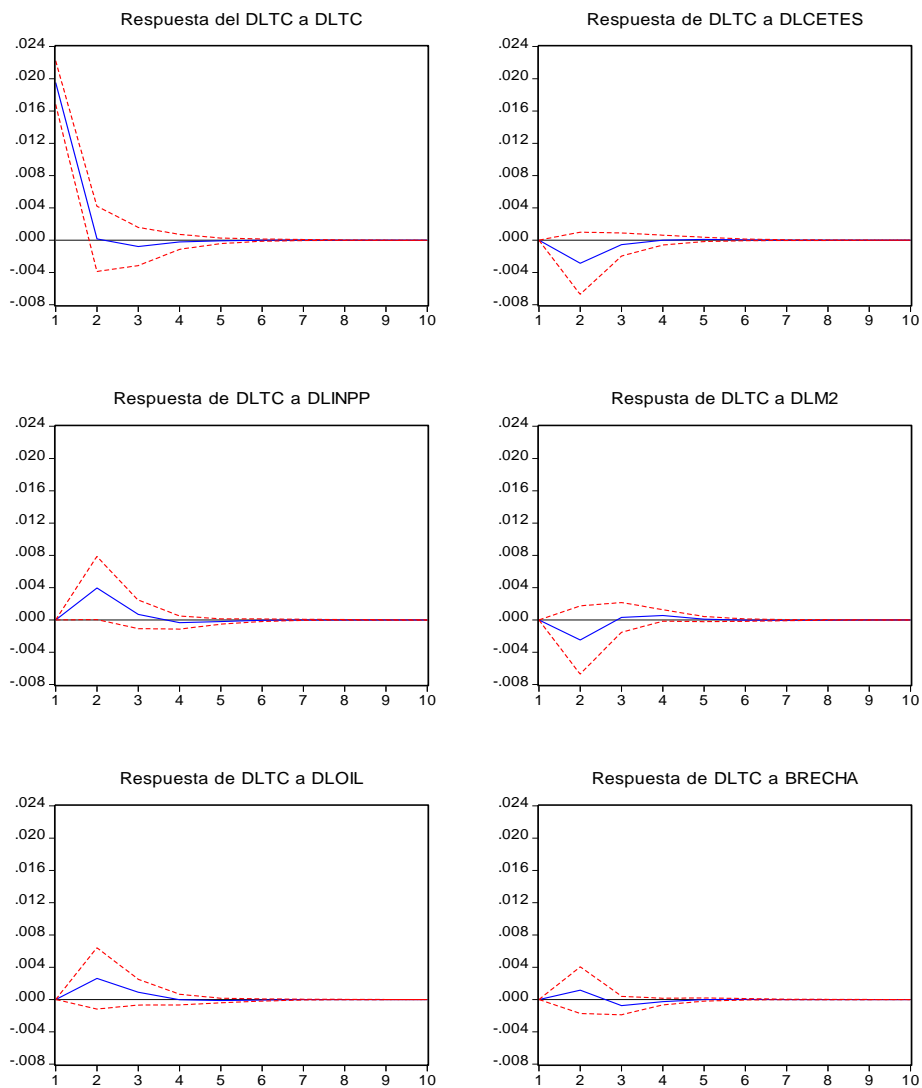
Las funciones de impulso-respuesta se presentan sobre un horizonte de tiempo de diez meses. El tipo de choque es “Residual-una desviación estándar”, el cual proporciona el impulso a una

desviación estándar de los residuales. Esta opción ignora las correlaciones en los residuales del VAR.

En la gráfica 2. Análisis de impulso-respuesta del tipo de cambio y sus determinantes, se muestran las funciones impulso-respuesta, calculadas en un horizonte de 10 meses con intervalos de confianza de 95% para el VAR en su conjunto ante los diversos choques de las variables macroeconómicas incorporadas en el modelo:

Gráfica 2

Análisis de impulso-respuesta del tipo de cambio y sus determinantes



De las funciones de impulso-respuesta anteriores (gráfica 2) se puede observar que todas son significativas, en el corto plazo, este conjunto de fundamentales sí incide en el tipo de cambio. Incluso considerando, primero, que la especificación óptima sugirió sólo un rezago en el VAR, lo cual pudo propiciar que el modelo no capturará el posible efecto con desfases mayores de los otros fundamentales incorporados en el modelo; y segundo, es posible que este conjunto de fundamentales no impacte de manera directa sobre el tipo de cambio, sino que los canales de transmisión sean mucho más complejos que los que se tratan de cuantificar con este análisis de impulso-respuesta.

Conclusiones

En este trabajo se analizó la importancia de las variables económico-financieras (Precio del petróleo, Oferta monetaria, Brecha del producto, Inflación, y Tasa de interés) que subyacen a la determinación del tipo de cambio en México, y a partir de la propuesta de Takatoshi Ito, Yuri N. Sasaki y Kiyotaka Sato (2005), y de la propuesta de Timotea Ma. De la Paz Guzmán Plata (2006a), se derivó un modelo VAR para la economía mexicana en el periodo 1999-2007, con el fin de estudiar la relación del tipo de cambio y sus determinantes económico-financieras.

A este modelo de vectores autorregresivos, las variables económico-financieras que se incorporaron fueron: el precio del petróleo, $[\Delta pet_t]$, la oferta monetaria a través de M2, $[\Delta m_t^s]$, la brecha del producto obtenida a través de la diferencia del logaritmo natural del Índice de Volumen de la Producción Industrial y el producto potencial resultante de aplicar el filtro de Hodrick-Prescott a este mismo índice, $[brecha_t]$, la inflación doméstica incorporada a través del Índice de Precios al Productor, $[\Delta p_t]$, la tasa de interés doméstica de corto plazo considerando la tasa de CETES a 28 días, $[\Delta i_t]$, y el tipo de cambio *fix* al final del periodo, $[\Delta tc_t]$.

En los resultados de la estimación del modelo VAR, se encontró que no presenta problemas en términos estadísticos. Cuando se le aplicaron las pruebas convencionales de diagnóstico no presentó problemas de autocorrelación, ni de heterocedasticidad, y los residuos de las ecuaciones son normales, tanto de manera individual como de forma conjunta, asimismo, también cumplió las pruebas de convergencia y estabilidad por lo cual la inferencia que se puede extraer del mismo es válida.

Del análisis de las funciones de impulso-respuesta, las cuales fueron estimadas en un horizonte de 10 meses (en términos financieros, corto plazo) todas son significativas, y tienen sentido económico.

De acuerdo con los resultados presentados se tiene evidencia de que las variables económico-financieras: Precio del petróleo, Oferta monetaria, Brecha del producto, Inflación, y Tasa de interés se pueden considerar como determinantes a corto plazo del tipo de cambio peso-dólar en México, en el periodo 1999-2007.

Se presenta evidencia de que las variables económico-financieras: Precio del petróleo, Oferta monetaria, Brecha del producto, Inflación, y Tasa de interés, todas y cada una de ellas tienen un impacto relativo a través del tiempo (en términos de análisis de impulso-respuesta) en el comportamiento reciente del tipo de cambio.

Los resultados de esta investigación difieren con estudios que se han realizado para México, como el de Schwartz et al (2002), quienes muestran cómo una perturbación al precio del petróleo no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el tipo de cambio, y nuestros resultados indican que el precio del petróleo explica hasta un 1.82 por ciento del comportamiento del tipo de cambio.

Asimismo, Castillo (2001) en sus estudios, encuentra que choques en el diferencial de tasas de interés no han influido significativamente sobre las variaciones del tipo de cambio, y nuestros

resultados revelan que la tasa de interés explica hasta un 1.99 por ciento del comportamiento del tipo de cambio.

Para otros estudios que se han realizado para México nuestros resultados son consistentes, como el de Castillo y Herrera (2005) quienes encuentran una relación positiva entre el tipo de cambio y las diferencias en las tasas de interés, lo cual confirma nuestros resultados de que la tasa de interés influye en la explicación del comportamiento del tipo de cambio.

Nuestros resultados son consistentes con Werner (1997 a), quien en un estudio estadístico sobre el comportamiento de la cotización del peso mexicano frente al dólar y su volatilidad, concluye que la tasa de interés nominal interna tiene un efecto significativo sobre las fluctuaciones cambiarias, y en nuestros resultados del VAR, se obtuvo que la tasa de interés nominal doméstica explica hasta 1.99 por ciento del comportamiento del tipo de cambio en un horizonte de tiempo de 10 meses.

Finalmente, nuestros resultados son consistentes con la investigación de Verónica Mercedes Díaz Velasco (2002) quien determinó que las reservas internacionales y el precio del petróleo son las covariables con mayor influencia en el tipo de cambio.

Aún cuando en la literatura empírica hoy esta bien establecido que las fluctuaciones del tipo de cambio, al menos en el corto plazo, están completamente desasociadas de las variaciones en los “fundamentales macroeconómicos” como se establece en Flood Robert et al (1999), en nuestra investigación hay evidencia de que los llamados “fundamentales macroeconómicos” en el corto plazo no están del todo desasociados.

Con las variables económico-financieras: Precio del petróleo [Δpet_t], Oferta monetaria [Δm_t^s], Brecha del producto [$brecha_t$], Inflación doméstica [Δp_t], Tasa de interés doméstica [Δi_t], y el tipo de cambio *fix* [Δtc_t], incluidas, se encontró que el modelo VAR estimado explica a corto plazo la evolución del tipo de cambio (esto rompe con una creencia común surgida a partir de las contrastaciones de Richard Messe y Kenneth Rogoff (1983), que ha sido que el

tipo de cambio nominal se distribuye en el corto plazo como una caminata aleatoria, y aunque para las innovaciones diarias del tipo de cambio esto puede ser cierto, no lo es necesariamente para la secuencia mensual del tipo de cambio del peso contra el dólar en esta investigación).

Referencias

ASPE ARMELLA, Pedro, *El camino mexicano de la transformación económica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1993, 140 pp.

CARRILLO ABREGO, Julio A., *Determinación del tipo de cambio: Una aplicación del enfoque monetario para la cotización del peso mexicano y el dólar estadounidense, para el período de 1995 a 2001*, Tesis Profesional, UANL, México, 2002, 101 pp., más bibliografía y anexos.

CARSTENS CARSTENS, Agustín G., *La determinación del tipo de cambio forwards: el caso de México*, Tesis Profesional, ITAM, México, 1982, 159 pp., más bibliografía y anexos.

CARSTENS CARSTENS, Agustín G., *A Study on the Mexican Peso Forward Exchange Market*, Tesis Doctoral, Universidad de Chicago, 1985, 191 pp.

CASTILLO PONCE, Ramón A., “Variaciones nominales y reales del tipo de cambio bilateral México-Estados Unidos”, *Momento Económico*, noviembre–diciembre 2001, México, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 39-46.

CASTILLO PONCE, Ramón A. y HERRERA HERNÁNDEZ, Jorge, “Factores determinantes del tipo de cambio peso-dólar durante el periodo de libre flotación”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 11, noviembre 2005, México, pp. 926-935.

CHARRON, Martin, “A Medium-Term Forecasting Equation for the Canada-U.S. Real Exchange Rate”, *Working Paper*, 2001-08, Banco de Canada, 2001.

DIAZ VELASCO, Verónica Mercedes, *Análisis del tipo de cambio fix por medio de cadenas de Markov*, Tesis Profesional, ITAM, México, 2002, 57 pp., más bibliografía.

DORNBUSCH, Rudiger, “*Expectations and exchange rate dynamics*”, *Journal of Political Economy*, núm. 84, 1976, pp. 1161-1176.

ENDERS, Walter, *Applied Econometric Time Series*, Nueva York, Estados Unidos, John Wiley and Sons, 1995, 433 pp.

ENGEL, Charles, “*Optimal exchange rate policy: the influence of price setting an asset markets*”, *National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper*, núm.7889, 2000.

EDWARDS, Sebastian, “*The Mexican Peso Crisis: How Much Did We Know? When Did We Know It?*”, *The World Economy*, núm. 21, 1998, pp.1-30

EDWARDS, Sebastian y SAVASTANO, Miguel A., “*The Morning After: The Mexican Peso in the Aftermath of the 1994 Currency Crisis*”, *National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper*, núm.6516, 1998.

FLOOD, Robert P. y K. ROSE, Andrew, “*Understanding exchange rate volatility without the contrivance of macroeconomics*”, *The Economic Journal*, núm. 109, 1999, pp. 660-672.

FRENKEL, Jacob A., “*Comment*”, en William H. Branson, “*Cause of appreciation and volatility of the dollar*”, National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper, núm. 1777, septiembre 1985.

GIL-DÍAZ, Francisco y CARSTENS, Agustín, “*Some hypotheses Related to the Mexican 1994-95 Crisis*”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 9601, 1996a.

GIL-DÍAZ, Francisco y CARSTENS, Agustín, “The Mexican Peso Crisis: Causes and Policy Lessons. One Year of Solitude: Some Pilgrim Tales about Mexico’s 1994-1995 Crisis”, *American Economic Review*, núm. 86, 1996b, pp. 164-169.

GUZMÁN PLATA, Timotea Ma. De la Paz, *Fundamentos, causalidad y predicción en los mercados cambiario y bursátil mexicanos*, Tesis Doctoral, Doctorado en Ciencias Económicas, ESE-IPN, México, 2006a, 203 pp.

ITO, Takatoshi, SASAKI, Yuri N. y SATO, Kiyotaka, “Pass-Through of Exchange Rate Changes and Macroeconomic Shocks to Domestic Inflation in East Asian Countries”, *RIETI Discussion Papers Series, 05-E-020*, abril 2005, pp. 2-55.

LANDAVERDE FLORES, José Francisco, *Aplicación de vectores autorregresivos como herramienta econométrica*, Tesis Profesional, ACATLAN-UNAM, México, 2004, 80 pp., más bibliografía.

LEÓN LEÓN, Josefina, “La mano invisible del mercado y la evolución de las políticas monetaria y cambiaria: México, 1995-2005”, *Análisis Económico*, núm. 53, vol. XXIII, Segundo cuatrimestre de 2008, pp. 111-142.

LUSTIG, Nora, “México y la crisis del peso: lo previsible y la sorpresa”, *Comercio Exterior*, vol. 45 núm. 5, mayo 1995, México, pp. 374-382.

MORALES CASTAÑEDA, Raúl, “México: valuación de la moneda y sustentabilidad del tipo de cambio”, *Comercio Exterior*, vol. 46, núm. 4, abril 1996, México, pp.295-307.

MACÍAS MACÍAS, Alejandro, “Tipo de cambio y paridad del poder de compra en México”, *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 9, septiembre 2003, México, pp. 820-831.

MEESE, Richard y ROGOFF, Kenneth, “Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?”, *Journal of International Economics*, núm. 14, 1983, pp. 3-24.

MENDOZA, Enrique, “On the Instability of Variance Decompositions of the Real Exchange Rate Across Exchange-Rate Regimes: Evidence from Mexico and the United States”, *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper*, núm.7768, 2000.

MOTA ARAGÓN, M. Beatriz y MARTÍNEZ ATILANO, Guillermo, “Dinámica de la volatilidad del tipo de cambio”, *Comercio Exterior*, vol. 49, núm. 5, mayo 1999, México, pp. 455-460.

SACHS, Jeffrey; TORNELL, Aarón y VELASCO, Andrés, “The Mexican Peso Crisis: Sudden Death or Death Foretold?”, *Journal of International Economics*, núm. 41, 1996a, pp. 265-283.

SACHS Jeffrey, TORNELL, Aarón y VELASCO, Andrés, “The Collapse of the Mexican Peso: What Have We Learned?”, *Economic Policy*, núm.22, 1996b, pp. 13-63.

SCHWARTZ, Moisés J, TIJERINA, Alfredo y TORRE, Leonardo, “Volatilidad del tipo de cambio y tasas de interés en México: 1996-2001”, *Economía Mexicana Nueva Época*, CIDE, vol. XI, núm. 2, segundo semestre de 2002, México, pp. 299-331.

WERNER, Alejandro M., “Un estudio estadístico sobre el comportamiento de la cotización del peso mexicano frente al dólar y su volatilidad”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 9701, 1997a.

WERNER, Alejandro M., “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*, Banco de México, núm. 9706, 1997b.

WERNER, Alejandro M. y BAZDRESCH, Santiago, “El comportamiento del tipo de cambio en México y el régimen de libre flotación: 1996–2001”, *Documento de Investigación*, Banco de México, núm. 2002-09, 2002.