



Universidad de Chile
Facultad de Economía y Negocios
Escuela de Economía y Administración

Modelo del Tipo de Cambio Chileno

Revisión Bibliográfica y Modelo VAR del Tipo
de Cambio Nominal Chileno

Seminario de Título INGENIERO COMERCIAL
Mención Economía

Autores:

**Roberto Miguel Navarrete Castillo
Camila Serra D'Aprile**

Profesor Guía:

Manuel Agosin Trumper

Santiago, Noviembre 2008

La propiedad intelectual de este trabajo de investigación pertenece al profesor que dirigió este seminario.

Modelo del Tipo de Cambio Chileno: Revisión Bibliográfica y Modelo VAR del Tipo de Cambio Nominal Chileno.

Roberto Miguel Navarrete Castillo

Camila Serra D'Aprile

Resumen

En Chile, desde Septiembre de 1999, rige un tipo de cambio (TC) flotante, lo que hace muy importante el estudio de la tendencia de éste, dentro de este periodo. Uno de los indicadores necesarios para tomar medidas de política monetaria es el tipo de cambio nominal (TCN), por lo que parte de este trabajo se enfocará en hallar un modelo para estimar este indicador.

En la primera parte de este trabajo se realiza una revisión bibliográfica de la historia y de los modelos del TC chileno, y de la discusión sobre los test de habilidad predictiva de los modelos. Las principales conclusiones que se extraen son que, en general, los modelos son estimados con observaciones de periodos con distintos regímenes cambiarios, y que se les imponen restricciones muy fuertes. Ambas prácticas podrían sesgar los resultados de las regresiones.

En la segunda parte del trabajo, se realiza una estimación de un VAR(2) en la forma reducida del TCN chileno, tomando en consideración sólo observaciones del periodo con régimen cambiario flotante. Los resultados de la estimación indican que aunque no todas las variables son significativas, en conjunto sí explican la tendencia del TCN, que es lo relevante para un modelo VAR. Por otro lado, dentro de las funciones impulso-respuesta el mayor efecto lo tienen los rezagos del TCN, sin embargo, los efectos de las otras variables son permanentes en el tiempo y explican parte de la trayectoria de éste. En cuanto a la descomposición de la varianza del TCN, cerca del 10% se puede explicar por las variables distintas a éste incluidas en el modelo. Este porcentaje aumenta a través del tiempo, lo que se puede explicar porque las expectativas son como de “bandwagon” en el corto plazo, y “estabilizadoras” en el largo plazo.

Contenido

1. Introducción	3
2. Revisión de la literatura	6
2.1. Historia de los regímenes cambiarios	7
2.2. Modelos del tipo de cambio y tests de habilidad predictiva	9
2.2.1. Modelos del Tipo de Cambio: tipo de cambio real, desalineaciones y predicción.	10
2.2.2. Evaluación de la habilidad predictiva.....	15
2.2.3. Conclusiones y Comentarios	19
3. Datos y Metodología	21
3.1. Datos	21
3.2. Metodología	23
4. Resultados, Funciones Impulso-Respuesta y Descomposición de la Varianza	25
5. Conclusiones	29
Referencias.....	32
ANEXOS	34

1. Introducción

En Chile desde Septiembre de 1999 se mantiene un régimen de tipo de cambio flotante. Es por esto que estudiar sus movimientos y encontrar el modelo que mejor los represente se ha vuelto una tarea tan interesante.

¿Por qué tipo de cambio flexible? Existen muchos argumentos a favor de un tipo de cambio flexible, entre los más tradicionales se encuentra uno, en la línea de Mundell (1961), que afirma que, en la presencia de rigidez de precios, el ajuste a shocks reales se ve facilitado gracias a la flexibilidad existente. Lo anterior es explicado debido a que "los movimientos del tipo de cambio facilitan los ajustes de los precios relativos [para] que produzcan el cambio necesario en la asignación de los recursos, aminorando el impacto sobre la actividad y el empleo. En contraste, un shock real que pide una depreciación de la moneda se magnifica en presencia de un dólar fijo, ya que el shock trae consigo presiones inflacionarias"¹. Además, del modelo de Mundell-Fleming se puede derivar que con un tipo de cambio flotante la autoridad puede utilizar como herramienta estabilizadora a la política monetaria independiente, que permite conducir políticas contracíclicas. En cambio, con un tipo de cambio fijo la política fiscal es la más eficaz, ya que genera un aumento en el producto, sin embargo es altamente procíclica porque existen imperfecciones en los mercados de capitales, que son las fuentes de financiamiento alternativas durante los ciclos recesivos².

Por otra parte, De Gregorio y Tokman (2005) argumentan que para que "un régimen de tipo de cambio flexible funcione satisfactoriamente, y evite ser dominado por el miedo a flotar, deben cumplirse algunos requisitos [...] que Chile los ha cumplido: los descalces de monedas en bancos y empresas son pequeños, la dolarización de pasivos de los bancos también es menor, y las empresas han sido cada vez más capaces de cubrir sus riesgos de monedas en el mercado de derivados."

¹ De Gregorio y Tokman (2005).

² "La recaudación tributaria aumenta durante los períodos de crecimiento económico, paralelamente al crecimiento de las rentas, y disminuye durante las recesiones, paralelamente al descenso de las rentas y a mayores necesidades de gasto. Teóricamente, la financiación externa debería diversificar las fuentes de ingreso, pero las imperfecciones de los mercados de capital y los ciclos de la ayuda exterior hacen que los flujos de capital hayan tendido a ser procíclicos, potenciando así el sesgo procíclico de las balanzas fiscales." Spiegel (2007).

No obstante, existen costos que impone la volatilidad, como son los disturbios financieros y la inestabilidad de precios. Ante la presencia de estos costos, el Banco Central se ha reservado el derecho de intervenir con el fin de resolver fallas de mercado, incentivar y resguardar la economía, y promover el correcto desarrollo económico.

Decidir si intervenir en un mercado o no, en qué momento y de qué manera, es una de las cosas más difícil de determinar y sumamente relevante en materia de política económica. Cada una de estas 3 interrogantes es exhaustiva en recursos y tiempo, y si no se contestan del modo adecuado, las medidas tomadas pueden resultar incluso en un agravamiento del problema inicial. Algo fundamental, y que es la principal conclusión de Tapia y Tokman (2003), "se refiere a la importancia de realizar anuncios respecto a la política de intervención, lo que permite que esta sea internalizada por el mercado y que los efectos sobre el tipo de cambio se generan antes de producirse la intervención efectiva. Ello permite explicar la diferencia observada entre los episodios de intervención en 1998, 2001 y 2002."

Por otro lado, Tapia y Tokman (2003) plantean que "la capacidad del Banco Central para afectar el tipo de cambio se genera cuando ello se realiza en condiciones de transparencia, ajustándose el mercado a la información revelada por la autoridad, las intervenciones individuales, en promedio, no afectan la paridad." Las intervenciones se deben hacer sólo en el caso en que se sepa (o crea) que el tipo de cambio está desalineado, y que la tendencia va a seguir en este sentido. Este es uno de los grandes problemas de la política pública macro, ya que conocer cuando es que el tipo de cambio está desalineado es muy difícil, porque para esto primero se necesita estimar el tipo de cambio de equilibrio.

Es importante poder predecir la tendencia del tipo de cambio para poder intervenir cuando los niveles no son los correctos, ya que esta situación podría crear distorsiones en los precios relativos transables-no transables, generar señales incorrectas a los agentes, resultando en una distribución sub-óptima de los recursos, lo que finalmente redundaría en una mayor inestabilidad económica. Para estimar la verdadera tendencia del tipo de cambio, se debe buscar un modelo que combine ajuste y eficiencia. Parte de este trabajo estará abocado a buscar el modelo que mejor represente los movimientos del tipo de cambio nominal.

De la revisión de los estudios y trabajos realizados por el Banco Central de Chile hasta la fecha, se encontró que el principal enfoque estudiado para el modelo del tipo de cambio chileno es el de los fundamentos, en su formato reducido, variando sus componentes explicativos, mediciones y estimaciones.

De la literatura revisada, el trabajo de Soto (2003) es bastante interesante. En él se presenta un modelo VAR que se utiliza con el objetivo de estimar los efectos que provocan los shocks reales y nominales en la volatilidad del tipo de cambio, en el corto y largo plazo. La motivación de este paper es que "diversas estimaciones indican que los shocks nominales explican alrededor del 30% de la variabilidad del error de pronóstico de esta variable en el corto plazo." Además establece que el impacto de los shocks reales depende de la naturaleza de estos. Este trabajo se remite al poder del modelo para utilizarlo en la explicación de los shocks sobre la volatilidad del tipo de cambio. Consideramos que un buen modelo del tipo de cambio chileno podría ser derivado de este ejercicio, ya que:

"Los sistemas VAR son muy utilizados para realizar predicciones [...] [Por otra parte] Se trata de un enfoque no teórico en el sentido de que no se utiliza la teoría económica para especificar las ecuaciones estructurales explícitas entre varios conjuntos de variables. Los sistemas VAR se basan en el supuesto general de que las variables económicas tienden a moverse conjuntamente a lo largo del tiempo y, también, a autocorrelacionarse."³

Asimismo, Lutkepohl (2005) se refiere a los argumentos que apoyan el uso de VAR para predecir variables económicas. Dice que "si hay series de tiempo disponibles para una variable de interés y si es que la observaciones del pasado contienen información acerca el desarrollo futuro de una variable, es plausible usar como predicción alguna función de las observaciones recogidas en el pasado. Por ejemplo, al predecir la tasa de desempleo mensual, desde la experiencia pasada un predictor puede saber que en algún país o región una tasa alta de desempleo en un mes tiende a ser seguida por una tasa alta el próximo mes. En otras palabras, la tasa sólo cambia gradualmente. Asumiendo que la tendencia prevalece en periodos futuros, pronosticadores pueden basarse en las observaciones actuales y pasadas."

³ Johnston y Dinardo (2001).

Por lo demás, de los modelos de tipo de cambio que se revisaron en la literatura existente, se encontró que generalmente ocupan supuestos demasiado fuertes, que vician las estimaciones. En cambio, un modelo VAR puro podría mostrar las verdaderas relaciones entre las variables, sin imponer restricciones espurias. Asimismo, las variables que se relacionan en el mercado cambiario tienden a moverse conjuntamente a través del tiempo. Por lo tanto, se considera que un modelo VAR es el enfoque adecuado para estimar un modelo del tipo de cambio nominal chileno.

El desarrollo de este trabajo procede de la siguiente manera. Tras esta sección introductoria, en la segunda se realiza una revisión bibliográfica de la historia reciente de los regímenes cambiarios en Chile, de los modelos del tipo de cambio chileno con las metodologías y resultados más interesantes, y de los avances y correcciones a los tests de habilidad predictiva, para luego extraer conclusiones y comentarios para formular la hipótesis del trabajo. En la tercera sección, se analizan los datos y la metodología utilizados, para luego estimar un modelo VAR, en el espíritu de la forma reducida de un modelo de tipo de cambio nominal. En la cuarta sección, se analizan los resultados, las funciones impulso respuesta, y la descomposición de la varianza, mientras en la quinta, se concluye.

2. Revisión de la literatura

A continuación, se efectúa una revisión bibliográfica, en primer lugar, de la historia reciente de los regímenes cambiarios en Chile y cómo se llegó al tipo de cambio flotante, luego, de los trabajos con resultados más interesantes sobre el modelo del tipo de cambio chileno y, por último, la discusión de los tests de habilidad predictiva, muy en boga en la actualidad.

2.1. Historia de los regímenes cambiarios

Hoy en Chile, y desde hace ya 9 años, impera un régimen cambiario flotante. Para llegar al marco actual de la política monetaria chilena, según De Gregorio et al (2005), se ejecutaron cambios a través de un proceso gradual, el cual tuvo como primera parte la flexibilización del tipo de cambio y el establecimiento del objetivo de metas de inflación en 1999, seguido de un procedimiento paulatino de integración de la cuenta de capitales en el 2000 y, por último, la instauración de una tasa de interés nominal como referencia de la tasa de política monetaria. De Gregorio y Tokman (2005) argumentan que dejar flotar el dólar libremente es "reconocimiento de que un control de la inflación no se lograría jamás con dos anclas nominales a la vez: la banda cambiaria y la meta de inflación. La coexistencia de ambas anclas restaba credibilidad a la meta de inflación, y de paso le quitaba eficacia." Por otro lado, la política fiscal a través de su regla fiscal de superávit, que aunque el año pasado fue reducido de 1% a 0,5% del PIB, aún mantiene su función de limitar el gasto excesivo del gobierno, complementa el marco de política.

Por otra parte, en De Gregorio et al (2005) se describe como el nuevo marco fue adoptado luego de dolorosos fracasos bajo regímenes más rígidos: "Si bien la rigidez aseguraba cierta estabilidad, al final siempre estaba al centro de los problemas económicos del país, como en la crisis monetaria de 1962, en la grave depresión de 1982, y en la recesión que siguió a la Crisis Asiática."

Desde 1982, después del fracaso del tipo de cambio fijo, se ha experimentando con distintos grados de flexibilización del tipo de cambio como, por ejemplo, el tipo de cambio reptante depreciado para estimular las exportaciones, y el experimento más duradero, la banda. Esta banda se fue ampliando constantemente durante su existencia, ya que el tipo de cambio estaba siempre en el piso o en el techo de ésta, ya que la política económica y las intervenciones eran incapaces de defender el tipo. La banda se abandonó definitivamente en Septiembre de 1999, ya que era muy difícil defenderla, y hacía bastante tiempo que el mercado cambiario no se intervenía.

Al abandonar la banda, se dio paso a un régimen completamente flexible, en que el tipo de cambio flotaba libremente. Uno de los argumentos más relevantes para elegir este

régimen es que este permite un mejor ajuste a los shocks externos, que son los que más afectan a Chile, ya que la economía interna se ha ordenado y mantenido relativamente estable durante los últimos 25 años.

Algo importante de mencionar es que el Banco Central de Chile "se reservó el derecho a intervenir el mercado cambiario cuando se adoptó el sistema flotante."⁴ Como se expresa en De Gregorio y Tokman (2005), "La autoridad monetaria adujo que, durante episodios excepcionales de incertidumbre y volatilidad, en los que podrían producirse efectos adversos en la economía por una sobre-reacción del tipo de cambio, es deseable que el Banco Central intervenga en el mercado cambiario."

Tres veces, desde que se instauró el tipo de cambio flexible, el Banco Central ha intervenido el mercado. La primera intervención ocurrió en el 2001 durante la crisis de convertibilidad en Argentina, que empeoró con los atentados ocurrido el 11 de Septiembre en Estados Unidos. La segunda ocurrió en el 2002, a causa de las perturbaciones asociadas a las elecciones presidenciales de Brasil. La última intervención ocurrió en Abril del 2008, a causa de la compleja situación que atravesaban los mercados financieros debido a la crisis hipotecaria de los Estados Unidos.

En los sucesos mencionados anteriormente, el Banco Central ha intervenido, debido a las consecuencias negativas que acarrea la gran volatilidad de los mercados financieros internacionales sobre la economía chilena.

En las dos primeras intervenciones, el ente emisor anunció un conjunto de medidas para aumentar la liquidez en el mercado y la cobertura contra el riesgo cambiario. Estas intervenciones esterilizadas resultaron ser muy exitosas, dejando al desnudo que la reacción del mercado era exagerada. Si no hubiera sido así, las medidas aplicadas hubieran sido un rotundo fracaso, obligando a aplicar una contracción monetaria si la inflación esperada hubiera estado muy desalineada de la meta de inflación. Como dice De Gregorio y Tokman (2005) "Sin la intervención del Banco Central, la depreciación excesiva, por ser mayor que la necesaria para ajustar el tipo de cambio real, habría dado lugar a inflación para deshacer los efectos reales de la depreciación nominal."

⁴ De Gregorio y Tokman (2005).

En la última intervención, el Banco Central anunció que iba a fortalecer la posición de liquidez internacional de la economía chilena, a través de una compra programada de 8.000 millones de dólares, lo que "se justifica dados los excepcionales grados de incertidumbre respecto de la evolución de los mercados financieros internacionales. Asimismo, esta medida es congruente con la evaluación de que el actual tipo de cambio real se ubica por debajo del nivel que prevalecería una vez que se normalicen las condiciones reales y financieras en la economía mundial"⁵.

Las intervenciones realizadas por el Banco Central han sido transparentes, ya que cuando se ha anunciado que se va a intervenir el mercado cambiario, se publican tanto las fechas de inicio como de término, además de todas las medidas que se realizarán. Ésta es una característica muy importante para el buen funcionamiento de las políticas macroeconómicas y para mantener la creencia de los agentes en el ente emisor.

Según la experiencia vivida por la economía chilena, es extremadamente necesario, tener un sistema financiero sano, finanzas públicas acorde a los objetivos planteados por el Gobierno, además de combinar una meta de inflación con un tipo de cambio flotante para afrontar de la mejor manera posible los graves shocks externos que afectan a la economía local, y así amortiguar los efectos adversos que pudiera sufrir.

2.2. Modelos del tipo de cambio y tests de habilidad predictiva

Aunque Meese y Rogoff (1983) encontraron que el mejor predictor del tipo de cambio futuro era el camino aleatorio, por sobre modelos teóricos y de series de tiempo (uni y multivariados), y que este resultado era robusto a través de distintos tipos de cambio y horizontes, no se ha dejado de buscar el modelo correcto para predecir el tipo de cambio. Más bien, este resultado dio un "fuerte impulso a una siempre creciente rama de la literatura enfocada en encontrar modelos econométricos que entreguen buenas predicciones

⁵ Comunicado de prensa, Banco Central de Chile, 10 de Abril de 2008.

fuera de muestra del tipo de cambio."⁶ Lo anterior se debe a que es necesario conocer cuál es el tipo de cambio que permitirá el correcto desarrollo de la economía, y si este está desalineado, poder saber cuándo y cómo intervenir.

Ejemplo de lo anterior es Gourinchas y Rey (2005), que "han mostrado que tipos de cambio real multilaterales del dólar son bien predichos por una medida de desbalances externos que toman en cuenta los canales de comercio y financiero en el ajuste externo. [...] Específicamente, supera estadísticamente al camino aleatorio en un ejercicio fuera de muestra en horizontes entre 1 a 12 trimestres hacia adelante, proveyendo evidencia relevante que anula el resultado seminal de Meese y Rogoff"⁷.

2.2.1. Modelos del Tipo de Cambio: tipo de cambio real, desalineaciones y predicción.

En orden cronológico, primero nos encontramos con el trabajo de Zettelmeyer (2003), que entendiendo la importancia de los movimientos del tipo de cambio para el correcto desarrollo de la economía, estudió el impacto de diversas políticas monetarias sobre el tipo de cambio, con el objetivo de poder predecirlo. Para este estudio, ocupó un modelo de diferencial de tasas, introduciendo en el modelo los anuncios de políticas para ver el efecto de estos en el tipo de cambio.

En Soto (2003) se muestra un estudio que busca explicar la tendencia a la baja del tipo de cambio real chileno durante los años 90. Este estudio se argumenta sobre dos líneas de pensamiento para explicar este hecho: la primera dice que esta baja persistente se debía a un aumento en la productividad superior a la de sus socios comerciales (Balassa-Samuelson). La segunda explica este hecho por el aumento de las entradas de capitales al país durante este periodo. Luego, el objetivo del paper era conocer la magnitud de la influencia de shocks nominales y reales sobre la volatilidad del tipo de cambio real, durante los noventa. Para este efecto estimó un VAR bi-variado basado en el modelo estructural de diferencial de tasas, con "5 rezagos utilizando datos mensuales entre 1990 y 1999 para el

⁶ Crespo Cuaresma y Hlouskova (2005).

⁷ Pincheira y Selaive 2008.

cambio en el Log del TCR y el diferencial de tasas de interés." La evidencia de Soto muestra que los shocks nominales explican cerca del 30% de la varianza de los errores de predicción del tipo de cambio real en un horizonte de 6 meses. Además, que " un shock nominal que aumenta el diferencial de tasas de interés produce una apreciación del TCR. [...] [Y que] si interpretamos el shock nominal como un shock monetario, esto es evidencia de que se produce un overshooting del tipo de cambio en respuesta a las innovaciones monetarias". Por último, encontró que "el impacto de los shocks reales sobre el TCR depende de la naturaleza del shock. Un shock de productividad produce una apreciación permanente en el TCR, mientras el shock de demanda que altera la composición de los gastos agregados tiene un impacto positivo," y que este resultado era robusto.

Luego Calderón (2004a), trabajando con un modelo de fundamentos, formuló "un simple modelo de determinación del tipo de cambio real" y estimó "la relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y sus fundamentos, utilizando técnicas de cointegración uniecuacional y multiecuacional", para calcular las desalineaciones del TCR para el periodo 1977-2003, ocupando datos trimestrales. El desempeño del modelo fue evaluado al "interior de la muestra, mediante el cálculo de las fuentes de variación en las fluctuaciones del TCR sobre el período muestral". Calderón (2004a) encontró que "existe una relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y sus fundamentos (activos externos netos, productividad en los sectores transable y no transable), los términos de intercambio, y el gasto de gobierno".

Siguiendo, Calderón (2004b), ocupando modelos estructurales, postula que "existen factores no monetarios que ayudarían a explicar la volatilidad del tipo de cambio," en particular, la apertura comercial. Para probar su hipótesis, formula una "ecuación estructural que relaciona la volatilidad cambiaria con sus determinantes": recogió datos anual del "tipo de cambio, del producto, de los términos de intercambio, del gasto del gobierno, de agregados monetarios, de regímenes cambiarios, y los grados de apertura comercial y financiera para una muestra de países industriales y en desarrollo para el periodo 1974-2003." Utilizó el método de momentos generalizados para datos de panel, y encontró que "el poder de explicación del modelo se incrementa si se incluye el grado de apertura comercial de la economía." Además, a partir de sus resultados concluyó "que la

apertura comercial atenúa el impacto de shocks altamente volátiles de los fundamentos, en la volatilidad de las fluctuaciones del tipo de cambio."

Después en Aguirre y Calderón (2005) se volvió al modelo de fundamentos. Ocuparon una muestra de "60 países durante 1965-2003, usando métodos de cointegración de panel y de series de tiempo." En este trabajo se usaron técnicas de datos de panel dinámicos para "calcular medidas fundamentales de desalineaciones del tipo de cambio real (basado en un modelo teórico en el espíritu de Rogoff y Obstfeld), y estudiar los efectos de la volatilidad y las desalineaciones del tipo de cambio en el crecimiento económico." Ocuparon como medida de desalineación la diferencia con el tipo de cambio de equilibrio de largo plazo, calculado a través del modelo teórico de fundamentos. Además, realizaron 3 estimaciones de desalineaciones del TCR:

1. Desalineación de los fundamentos 1: "se calcula usando series de tiempo para cada país. [...] Esta estimación permite la mayor heterogeneidad entre estados estacionarios. [...] Puede sufrir de sesgo-de-muestra-pequeña."
2. Desalineación de los fundamentos 2: "se calcula usando datos de panel, dividiendo en países industrializados y en vías de desarrollo. [...] Esta estimación supone homogeneidad entre los coeficientes de cointegración."
3. Desalineación de los fundamentos 3: "usando datos de panel para la muestra completa. [...] Esta estimación asume la mayor homogeneidad entre los coeficientes de cointegración."

Ellos realizan estas tres estimaciones para tomar en cuenta los trade-off entre ocupar series de tiempo o datos de panel; las series de tiempo permiten el mayor grado de heterogeneidad de los coeficientes de cointegración, pero pueden sufrir de sesgo de muestra pequeña, mientras que los datos de panel no sufren de sesgo de muestra pequeña, pero asumen una mayor homogeneidad entre los coeficientes de cointegración entre los países, sobre todo en la tercera estimación, que estima para toda la muestra incluyendo países muy disímiles.

Entre los principales resultados de este trabajo, está el que las "desalineaciones del TCR obstaculizan el crecimiento, pero que este efecto es no-lineal: las caídas en crecimiento son mayores, mientras mayor sea el tamaño de las desalineaciones. Aunque

grandes sub-valoraciones dañan el crecimiento, sub-valoraciones pequeñas a moderadas mejoran el crecimiento." Es decir, todas las desalineaciones tiene un efecto negativo, y entre mayor la desalineación, mucho mayor la caída en crecimiento. Sin embargo, una moderada subvaluación podría impulsar las exportaciones, y por lo tanto, impulsar el crecimiento. Además, encontraron que "estos resultados son robustos cuando se controla por movimientos en el TCR de equilibrio. Sin embargo, encontramos que es difícil seguir políticas de TCR pro-crecimiento. Finalmente, el crecimiento es obstaculizado por desalineaciones del TCR altamente volátiles."

En seguida, nos encontramos con el trabajo de Cowan, Rappoport, y Selaive (2007), quienes hicieron uso de un modelo de comportamiento del tipo de cambio de equilibrio (BEER⁸) para estudiar la dinámica diaria del tipo de cambio. Ellos encontraron que su modelo BEER de alta frecuencia tenía un ajuste razonable para horizontes de corto y largo plazo. Como utilizaron series de tiempo de frecuencia diaria, buscaron proxys para las variables originales, quedando el modelo de la siguiente manera:

$$ER_t = \alpha_1 + \alpha_2 PCopper_t + \alpha_3 POil_t + \alpha_4 EMBI_t + \alpha_5 P_t^* + \alpha_6 P_t + \xi_t$$

Donde,

- ER: tipo de cambio nominal
- PCopper: log(precio del cobre)
- POil: log(precio nominal del petróleo)
- P*: promedio ponderado de precios internacionales relevantes para Chile. La serie diaria se construye "descomponiendo la inflación mensual, dividiéndola en montos iguales en todos los días de trabajo del mes correspondiente."
- P: evolución de los precios al consumidor, construida utilizando las variaciones de la UF (interpolación diaria del IPC).
- EMBI: promedio ponderado de los spreads soberanos de un gran número de países emergentes.

⁸ Por su sigla en inglés; Behavior Equilibrium Exchange Rate

Ellos consideraron que movimientos en los precios del cobre y el petróleo representan bien a los términos de intercambio. Otro supuesto hecho es que el gasto del gobierno y el ratio transables-no transables son constantes, y que los activos netos en el extranjero tiene un componente cíclico correlacionado con el precio del cobre. Por lo tanto, la ecuación de fundamentos quedaría bien representada por la formulación anterior. Estimaron para el periodo 1995-2006, siguiendo un enfoque de cointegración y utilizando MCO. Sin embargo, encontraron que todas las variables tenían el signo esperado y eran significativas sólo para el periodo 2001-2006.

Por último, nos encontramos con un interesante trabajo de Pincheria y Selaive (2008), que siguiendo a la nueva tendencia descendiente del trabajo de Gourinchas y Rey (2005) mencionado arriba, encuentran para Chile que "medidas de desbalances externos contiene información útil para predecir el TCR chileno para horizontes de hasta 2 años." Argumentan el uso de medidas de desbalances externo, porque "cambios en precios de los activos, especialmente del TC afectan el stock de activos y pasivos que componen la posición de inversión internacional." Ellos indican que "la intuición de esta relación entre los activos externos y el tipo de cambio real puede ser encontrada en el *problema de transferencia*, cuya predicción central es que los efectos de riqueza y los flujos de inversiones internacionales, asociados con posiciones de activos extranjeros netas distintas a cero, requieren algún grado de ajuste en el tipo de cambio real de largo plazo."

Para sus estimaciones utilizaron una muestra de frecuencia trimestral para el periodo 1983-2005. Por otra parte, ocuparon una "medida de desbalance externo que combina canales comerciales y financieros," para luego separarla en 3 componentes: los ratios exportación-importación, exportación-activos, activos-pasivos. Sorprendentemente encontraron que el primero no posee habilidad predictiva, y que "la predictibilidad fuera de muestra es mayormente impulsada por los dos últimos componentes." Ellos señalan que sus "resultados sugieren que los investigadores y los hacedores de política deberían prestar mayor atención a los desbalances externos para entender la dinámica futura del tipo de cambio real."

En resumen, en los trabajos más recientes e interesantes se ha estudiado el tipo de cambio chileno a través de un VAR y distintos modelos estructurales: de diferencial de

tasas, de fundamentos, de comportamiento del tipo de cambio y de medidas de desbalances externos. Todos aparentemente presentan resultados favorables, que de alguna manera muestran avances en esta materia; probablemente cada uno de estos trabajos no refleja la verdad absoluta, pero han hecho notables aportes al estudio del modelo del tipo de cambio chileno.

2.2.2. Evaluación de la habilidad predictiva

Una parte importante de los avances en el modelo explicativo del tipo de cambio, es debida a los avances en los tests de habilidad predictiva. Lo anterior se explica por la mayor precisión con que medimos la performance de los modelos, que nos ayuda a dirimir entre unos y otros. A continuación, se realiza una revisión de la sucesión de estos avances, y luego se revisan algunos trabajos realizados en Chile y en el extranjero.

Según Pincheira (2006), "técnicas metodológicas optimizadas han mostrado algunos resultados que parcialmente revocan" el trabajo de Meese y Rogoff (1983). Pincheira dice que "esta evidencia es aún débil y no se han mostrado resultados conclusivos sobre la predictibilidad del tipo de cambio." Además, dice que "estos avances en técnicas metodológicas están en parte basados en el desarrollo de estrategias econométricas para hacer comparaciones predictivas bajo una función general de pérdida." Es decir, la investigación sobre evaluación de la habilidad predictiva es un gran aporte para el estudio de los modelos de predicción del tipo de cambio.

La primera metodología ocupada fue bastante pedestre; Meese y Rogoff (1983) "sólo consideraban el error cuadrático medio (RSME⁹) para determinar el modelo con mayor habilidad predictiva (menor RSME, mayor habilidad predictiva)."¹⁰ El problema de comparar modelos a través del RSME, es que este estadístico sólo arroja una diferencia absoluta entre los modelos. En cambio, Diebold y Mariano (1995) y West (1996) (DMW) proponen utilizar "un procedimiento formal de prueba de hipótesis, para comprobar el nivel de significancia al que un modelo es mejor predictor que otro"¹¹. Los tests en el espíritu de DMW se construyen con los RSME de los 2 modelos, en que la hipótesis nula es que los

⁹ Por su sigla en inglés; Root Squared Mean Error.

¹⁰ Ardic et al (2008)

¹¹ Ardic et al (2008)

modelos son igual, y la alternativa es que un modelo tiene un menor MSPE que otro. Generalmente se compara el modelo estudiado contra el CA, es decir, la hipótesis alternativa es que el modelo estudiado tiene un menor MSPE que el CA.

Una década después, "Clark y West (2006 y 2007) (CW) muestran que la diferencia entre los MSPEs de 2 muestras está sesgado hacia abajo desde el cero. El modelo más grande introduce un ruido en las predicciones al tratar de estimar parámetros teniendo valores poblacionales cero bajo la hipótesis nula. Luego, el MSPE del modelo más grande se espera que sea mayor que el modelo más parsimonioso [generalmente CA], entonces la hipótesis alternativa tiende a ser negativa. CW proponen un ajuste al MSPE del modelo más grande para corregir este sesgo¹², introduciendo un término para ajustar por el número de parámetros. Es decir, el test DMW al no tomar en cuenta los diferentes tamaños muestrales de los modelos, siempre sugería elegir el modelo más parsimonioso: CA.

Existe una amplia literatura relacionada a la evaluación de la predictibilidad de los modelos. A continuación se revisan los trabajos más interesantes realizados en Chile, y uno internacional, que se contraponen a la discusión de arriba.

Uno de esos trabajos es Pincheira (2006), que evalúa la predictibilidad de 6 modelos, basados en el de paridad de interés, a través de un enfoque de predictibilidad condicional, que se supone el "más apropiado para un pronosticador que intenta decidir cuál entre 2 métodos predictivos es el que entregará pronósticos más exactos en el futuro."

En este trabajo encontramos otra crítica al test DMW: que su enfoque es incondicional. Según Pincheira (2006), que el enfoque sea incondicional hace que el test sugiera como mejor modelo el que tiene en promedio la mejor habilidad, y no la mejor predicción para el próximo periodo relevante, y que lo segundo es probablemente más interesante para quien está haciendo la predicción. Además dice que el enfoque incondicional toma se fija sólo en el modelo predictor, mientras que el incondicional se fija en todo el método de predicción, que es más general ya que incluye no sólo el modelo, pero también "la técnica de estimación, el tamaño de estimación y ventanas de predicción, y

¹² Ardic et al (2008)

todos los elementos del método predictivo que podrían afectar la habilidad predictiva futura."

Como resultado de este trabajo, se encuentra que los modelos "presentan evidencia estadísticamente significativa de predictibilidad condicional contra el camino aleatorio, al menos para algún grupo pequeño de horizontes predictivos."

Por otra parte, Abarca et al (2007), proponen desde la microestructura un análisis técnico, argumentando que "entregaría mecanismos e indicadores capaces de anticipar movimientos de los activos en el corto plazo. En ese contexto, los enfoques de fundamentos y del análisis técnico resultarían, para la literatura de la microestructura, en paradigmas complementarios en el entendimiento de la dinámica del tipo de cambio." De la revisión de este trabajo se construyó el significado de análisis técnico como una "herramienta que guía las decisiones de intercambio entre agentes participantes del mercado cambiario." Los fundamentos del análisis técnico se encuentran en 3 principios básicos: "(i) toda la información relevante se encuentra contenida en los precios históricos de un activo; (ii) el precio de los activos se mueve siguiendo patrones o tendencias; (iii) la historia tiende a repetirse (Nelly, 1997)." El análisis técnico se puede dividir en 2 áreas: "análisis gráfico o *chartismo* y análisis de indicadores." Los autores sólo estudian la segunda, ya que consideran que el *chartismo* es poco riguroso. Los principales indicadores estudiados son las medias móviles, la convergencia-divergencia de las medias móviles¹³, y el índice de fuerza relativa¹⁴. El análisis realizado en este trabajo es para el tipo de cambio nominal chileno, ya que como expresan los autores, "esta es una medida relevante, por ejemplo, para una entidad como un banco central que no tiene como objetivo principal obtener beneficios pecuniarios como resultado de la compra y venta de dólares, sino que pretende obtener una proyección precisa del desenvolvimiento del mercado cambiario con el objeto de incorporar esta información en momento de evaluar diferentes opciones de política monetaria." Los autores obtienen como resultado que "de los análisis para el período enero 2000 a abril 2006, tanto dentro como fuera de muestra, son coincidentes en sugerir capacidad predictiva

¹³ "Este indicador se calcula restando una media móvil de 12 días con una media móvil de 26 días." (Abarca et al, 2006)

¹⁴ "El RSI básicamente mide el porcentaje de veces que el precio del activo ha tenido variaciones positivas en sus últimas sesiones." (Abarca et al, 2006)

del Índice de Fuerza Relativa por sobre el camino aleatorio para horizontes inferiores a siete semanas."

En tercer lugar, encontramos el trabajo de Pincheira (2008), en el que se concluye que "es posible construir una nueva predicción como una combinación lineal de un set de predicciones dadas, de tal manera que esta nueva predicción presenta un menor error de predicción de la media al cuadrado fuera-de-muestra, que cualquiera de sus componentes," con una ganancia de poder de hasta 45%.

De la discusión más reciente acerca de cuál es el test más correcto para evaluar la habilidad predictiva de un modelo, encontramos el trabajo de Pincheira (2007). Este trabajo se refiere a los problemas que surgen al comparar habilidad predictiva de distintos modelos solamente utilizando un cotejo de los errores de predicción (*MSPE*), y hace alusión al sesgo hacia abajo del test basado *DMW*. Por un lado, argumenta que "ciertas reglas de decisión basadas en simples comparaciones de Errores Cuadráticos Medios (ECM) fuera de muestra son equivalentes a realizar un test estadístico con un nivel de confianza de solo el 50%." En segundo lugar, hace alusión a la no normalidad de la distribución asintótica de las diferencias de *MSPE* cuando los modelos comparados son anidados, que podría resultar en escoger el camino aleatorio por sobre el modelo verdadero. Esto, porque un test como *DMW* hace una comparación injusta entre camino aleatorio y un modelo con más parámetros, lo que se denomina "'predictibilidad encubierta', puesto que, a pesar de existir predictibilidad, ésta puede quedar oculta tras la incertidumbre paramétrica que afecta al verdadero modelo." Es decir, el test *DMW* "presenta un evidente sesgo en favor del modelo con menos parámetros a estimar." Por lo tanto, este trabajo estaría en consonancia al realizado por CW.

A pesar de lo revisado sobre los avances en el modelo del tipo de cambio y en las metodologías de evaluación de la habilidad predictiva, Rogoff y Stavrakeva (2008) se contraponen a lo visto arriba sobre los mejores tests para evaluar la habilidad predictiva. Aunque reconocen los "pequeños avances en predicción del tipo de cambio para un horizonte de largo plazo", argumentan que "a pesar de los grandes esfuerzos a través de los años, se han obtenido reducidas ganancias en habilidad predictiva en los horizontes de corto

plazo del tipo de cambio"¹⁵. Eso hasta ahora, cosa que les parece muy sospechosa, por lo que deciden realizar una revisión a los trabajos de vanguardia más cotizados: Gourinchas and Rey (2007), Molodtsova and Papell (2007), and Engel, Mark and West (2007). Todos los anteriores, modelos estructurales que intentan explicar los movimientos del tipo de cambio y vencer al camino aleatorio. El primero, un modelo de balance externo muy popular por estos días, el segundo, una regla de Taylor simétrica, y el último, un modelo monetario. Ellos arguyen que los resultados positivos en éstos, los mejores modelos estructurales hasta ahora, se deben más bien a un "error en la interpretación de los tests de habilidad predictiva"- que a un avance real. Estos autores creen que los correctos tests son los en el espíritu de DMW, y que los nuevos tests, CW, que corrigen el supuesto sesgo hacia abajo del DMW, están sesgados hacia arriba, por lo tanto, entregando un panorama más positivo que el que ellos creen correcto.

En resumen, en la investigación para conocer el verdadero modelo del tipo de cambio, no sólo se ha avanzado en los modelos propiamente tales, pero también en los tests para discernir entre un modelo y otro. La mayoría de los investigadores tiene la esperanza de encontrar el modelo que supere al tipo de cambio, por lo que sus trabajos pueden tener sesgo de edición, pero estos son esfuerzo válidos. Además, siempre se puede contar con el espíritu crítico de otros investigadores, que ponen en orden nuestro entusiasmo ante resultados demasiado atractivos y aparentemente correctos.

2.2.3. Conclusiones y Comentarios

Hoy en Chile rige un régimen de tipo de cambio flotante, lo que hace muy interesante e importante el estudio de la tendencia y los movimientos del tipo de cambio, sobre todo para saber cuándo es necesario intervenir, derecho que se reservó el Banco Central, una vez que se puso en funcionamiento este régimen.

La literatura sobre el tipo de cambio en Chile es bastante prolífica, y de todos los estudios, hemos revisado los con resultado más interesantes. A continuación, se examinan

¹⁵ Es la predicción de corto plazo la más útil para los creadores de políticas monetarias, por eso el gran interés en este tema.

algunas conclusiones y comentarios derivados de la revisión bibliográfica de modelos y tests de habilidad predictiva.

En primer lugar, los avances en la evaluación de la habilidad predictiva, aunque existen discusiones no resueltas y muchos resultados no son concluyentes, han dado pie a nuevos estudios, ya que el camino aleatorio ha dejado de ser la respuesta absoluta al estimar y predecir el tipo de cambio.

En segundo lugar, y sin desmerecer los resultados de la literatura revisada, en la línea del resultado de Cowan, Rappoport, y Selaive (2007), consideramos que el modelo tendrá un mejor ajuste si se utilizan periodos en que ha regido un sólo régimen cambiario. En la literatura existente, generalmente se mezclan períodos con regímenes cambiarios diferentes. Al considerar periodos con regímenes de tipo de cambio fijo, semi-fijo o semi-flexible, se incorpora a la regresión observaciones que no están determinadas de la misma forma en que lo están bajo tipo de cambio flexible. Esto se debe a que los diferentes regímenes cambiarios imponen limitaciones diferentes al movimiento del tipo de cambio; por ejemplo, el fijo, no lo deja mover, las bandas, lo limitan a un rango, y el libre, lo deja flotar. Más aún, cada régimen cambiario influye de maneras distintas las expectativas de los agentes del mercado cambiario. Por lo tanto, las diferencias entre los regímenes hacen que el mercado cambiario este condicionado de maneras distintas, por lo que para estudiar la tendencia y los movimientos del tipo de cambio no es válido ocupar observaciones de regímenes diferentes. Lo anterior podría llevar a conclusiones erradas al evaluar un período con un régimen específico. Más aún creemos que ni siquiera la inclusión de una dummy que identifique los distintos regímenes, acostumbrado en la literatura existente, legitima el uso de observaciones de periodos con regímenes distintos, porque el resultado de los movimientos en el mercado cambiario, el valor del tipo de cambio, se determina de maneras distintas, y una dummy de régimen cambiario no es capaz de dar cuenta de esto. Luego, para este trabajo se ha escogido el periodo Septiembre 1999 - Julio 2008, en que sólo ha regido un régimen cambiario flotante.

Además, si bien los resultados han sido buenos, consideramos que los modelos estructurales podrían incluir restricciones, desde la teoría económica, demasiado fuertes,

que afectan el resultado de las estimaciones. Por eso, se ha decidido estudiar un modelo sin restricciones impuestas, para revisar las relaciones entre las variables.

Por otra parte, el trabajo de Abarca et al (2007) nos muestra porqué es relevante estudiar el tipo de cambio nominal, ya que es un indicador necesario para tomar medidas de política monetaria. Asimismo, de los mejores trabajos revisados que modelan el tipo de cambio, ninguno se ha enfocado en el estudio del tipo de cambio nominal.

Por último, consideramos que a partir del trabajo de Soto (2003) se puede desprender un ejercicio que resultará en una buena estimación del tipo de cambio nominal. Esto, por el buen matching entre las características del tipo de cambio nominal y de los modelos VAR, revisadas arriba.

Por ende, concluimos que el mejor modelo para estimar un tipo de cambio nominal es un VAR, sin restricciones, para un periodo sólo con régimen cambiario flotante (Septiembre 1999 - Julio 2008), utilizando algunas de las variables vistas arriba (se profundizará más adelante).

3. Datos y Metodología

El objetivo de este apartado es modelar los movimientos del tipo de cambio nominal chileno y analizar los efectos que tienen los rezagos de éste y otras variables sobre el mismo. Para esto, utilizando una estimación econométrica sin restricción de un modelo de vectores autorregresivos, se busca la posible relación entre el tipo de cambio y las variables que se cree que en conjunto mejor explican el tipo de cambio nominal.

3.1. Datos

La especificación del VAR incluye datos mensuales desde Septiembre de 1999 hasta Julio de 2008, lo que resulta en una muestra de 107 observaciones, del tipo de cambio observado (tc), Índice de Precios del Consumidor (ipc_t), Índice de Precios del Consumidor de EE.UU. (ipm_t), Índice Mensual de Actividad Económica ($imacec_t$), y el diferencial de

tasas de interés nominal (rr_t). Ocupamos tres construcciones distintas para el diferencial de tasas, por lo que, se estimó un VAR para cada una de las especificaciones del rr_t . El primer diferencial de tasas de interés se realizó con las tasas de política monetaria de Chile y EE.UU., como proxys para las tasas de interés nominal doméstica y extranjera, respectivamente. En el segundo rr_t se ocupó la tasa de interés pasiva nominal (o de captación) de 30 a 90 días, como un proxy para la tasa de interés nominal doméstica, y la CDS (Secondary Market) 3 months, para la tasa de interés extranjero. Por último, la tasa de interés nominal activa (o de colocación) de Chile, de 30 a 90 días, y Bank Prime Loan Rate de EE.UU. fueron utilizadas para formar el rr_t .

Hemos elegido estas variables basándonos en que el movimiento conjunto de las tasas de interés, niveles de precios y nivel de actividad económica del país, además del tipo de cambio describen bien el comportamiento de este último. Por ende, nuestro modelo es una composición entre el modelo de diferencial de tasas al que le sumamos a indicadores económicos, pero sin las restricciones del modelo estructural original.

Como se mencionó en el apartado de conclusiones de la revisión bibliográfica, se ha escogido este periodo para no contaminar el trabajo econométrico con información de épocas en que el régimen cambiario no era el tipo de cambio flotante.

Por último, el que nuestras observaciones estén en frecuencia mensual no nos obliga a modelar la volatilidad, ya que no hay efecto ARCH, como argumenta Ardic et al (2008).

A continuación, una descripción de las variables utilizadas, las que obtuvimos a partir de los datos de las series estadísticas disponibles en la página web del Banco Central de Chile:

- El tipo de cambio observado que ocupamos corresponde al tipo de cambio del dólar de los Estados Unidos de América calculado en función de las transacciones efectuadas por las empresas bancarias en el día hábil bancario del día anterior.
- El IPC, un indicador que muestra la evolución general de precios a partir de un año base y de una muestra representativa de productos.

- El IPM es el índice de precios al consumidor de EE.UU. con base en el promedio de los precios de 1982 a 1984.
- El IMACEC lo utilizamos como un proxy del PIB, ya que este indicador incluye casi el total de las actividades económicas incluidas en el PIB (Banco Central). Buscamos este proxy porque el PIB es calculado trimestralmente y nuestro modelo requiere de datos mensuales.
- La tasa de política monetaria es "la tasa de interés objetivo para las operaciones interbancarias que el Banco Central procura lograr mediante sus instrumentos de política monetaria: operaciones de mercado abierto, facilidades de crédito y depósito." (definición del Banco Central de Chile)
- La tasa de interés activa es la que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados.
- La tasa de interés pasiva es la que pagan los intermediarios financieros a los oferentes de recursos por el dinero captado.

3.2. Metodología

Realizamos un VAR en la forma reducida, que puede ser escrito de la siguiente forma:

$$X_t = D(L)X_{t-1} + U_t$$

donde $X_t \equiv (ipc_t, tc_t, imacec_t, rr_t, ipm_t)$ es el vector de variables endógenas. $D(L)$ es un polinomio de rezagos autorregresivos y el único componente determinístico es un término constante. El vector $U_t \equiv (u_t^{ipc}, u_t^{tc}, u_t^{imacec}, u_t^{rr}, u_t^{ipm})$ contiene los errores en la forma reducida.

Para realizar la estimación del VAR, a las variables IPC, IPM, IMACEC y TCN, con el fin de estacionarizarlas, se les aplicó la siguiente transformación:

$$w_t = \log\left(\frac{Z_t}{Z_{t-12}}\right)$$

Al aplicar esta transformación, el tamaño muestral se reduce a 93 observaciones.

Como se menciono más arriba, se realizaron tres estimaciones distintas, por lo tanto, para decidir el modelo óptimo se presentan las propiedades de estos tres modelos para utilizar la mayor información disponible.

La forma de presentación de los resultados de cada uno de los modelos es la siguiente: primero se habla del modelo donde se ocupan las tasas de política monetaria (TPM), segundo, el modelo que ocupa tasa de interés pasiva y la CDS (Secondary Market) (TIP), y por último, donde se ocupa la tasa de interés activa y Bank Prime Loan Rate (TIA).

Para la estimación de un VAR necesitamos tener una aproximación de la longitud del modelo medida en número de rezagos, por lo tanto, según el criterio de información de Hannan-Quinn (H-Q) que entrega el programa E-views, el primer modelo a estimar es un VAR(2) (ver tabla 1a), igual que el segundo (ver tabla 1b), en cambio, el último se estima un VAR(1) (ver tabla 1c). Los resultados básicos de las estimaciones se pueden apreciar en las tablas. Se ocupa este criterio, ya que el de Akaike (AIC) tiene un sesgo hacia arriba, que impulsa a elegir un modelo con mayor número de rezagos que el correcto, y el de Schwarz (SC), tiene un sesgo hacia abajo, que lleva a elegir un menor número de rezagos que el correcto.

Debemos tener presente que los modelos VAR son muy sobreparametrizados por lo que es conveniente utilizar el modelo con menos rezagos posibles que presente en forma conjunta unos estadísticos apropiados. Entonces, nos preocupamos de observar básicamente el R^2 del modelo.

Posteriormente, para seleccionar el modelo observamos el desempeño en términos del comportamiento de los errores estimados. Para los casos de los residuos de los procesos VAR del segundo y tercer modelo los criterios de selección no entregan resultados coincidentes, por lo tanto, no se puede señalar que siguen un proceso de ruido blanco (ver tablas 2b y 2c). Por su parte, en el caso de los residuos del primer modelo podemos apreciar que todos los criterios de selección entregan como resultado que éstos siguen un proceso de ruido blanco (ver tabla 2a).

También realizamos el test de normalidad de los residuos con el método de descomposición de la varianza de Cholesky (Lutkepohl). Es importante señalar que para el

caso de la estimación de un VAR el supuesto de normalidad conjunto es muy fuerte, por lo tanto, no es de extrañar que se haya rechazado la hipótesis nula que los errores se distribuyen normal multivariado en todos los modelos (ver tablas 3a, 3b y 3c).

Otra cosa que se realizó para determinar el modelo a utilizar fue ver si los valores propios se encontraban o no dentro del círculo unitario, ya que necesitamos confirmar estacionaridad para poder estimar las funciones de impulso respuesta, además de la descomposición de la varianza. Podemos ver en los gráficos (1a, 1b y 1c) que en los tres modelos realizados, todos los eigenvalues se encuentran dentro del círculo unitario, por lo que cada uno de los modelos son débilmente estacionario (los modelos VAR estudiados satisfacen la condición de estabilidad).

Considerando todos los resultados anteriores, se escogió el primer modelo que utiliza como rr_t a las tasas de política monetaria de Chile y EE.UU. ya que las series de residuos siguen procesos de ruido blanco, pero es importante destacar que en las otras propiedades los tres modelos tenían resultados similares.

4. Resultados, Funciones Impulso-Respuesta y Descomposición de la Varianza

En este apartado se realiza la estimación de la especificación escogida: un VAR(2), con un rr_t construido con las tasas de política monetaria, en que todas las variables ($ipc_t, tc_t, imacec_t, rr_t, ipm_t$) son consideradas endógenas.

Para el análisis de las funciones impulso-respuesta y de la descomposición de la varianza, el orden de las variables en la estimación no es trivial, ya que se ve afectado al realizar una descomposición triangular, porque los shocks de variables endógenas no deben afectar a las más exógenas, pero lo contrario si se debe cumplir. Por lo tanto, el orden de las variables debe ser de la más endógena a la más exógena. Esto se efectuó siguiendo la teoría económica. En primer lugar, se considera que la variable más endógena es el IPC, ya que:

1. Las variaciones del IMACEC influirán en el IPC, y no al revés, porque el efecto predominante es que el nivel de productividad afecte al nivel de precios, ya que los precios son sticky.
2. La canasta considerada para calcular el nivel de precios está compuesta por bienes transables, por lo que si se deprecia el tipo de cambio nominal, aumenta el costo de la canasta. También ocurre que el IPC afecta al TCN, pero sólo indirectamente a través de la política monetaria que para reducir y/o controlar la inflación: aumentan las tasas, lo que produce un aumento en el ingreso de dólares. Sin embargo, este cambio en tasas es menos frecuente que la variación del TCN, porque los precios son sticky y porque las medidas tomadas no son inmediatas.
3. El diferencial de tasas de interés afecta al IPC, y no al revés, debido a que el IPC no puede afectar la TPM estadounidense porque Chile es una economía pequeña comparada a EE.UU. Por otro lado, la variación en la tasa de interés interna tiene un efecto inmediato en el nivel de precios, pero la variación del nivel de precios afecta a la TPM sólo si se quiere controlar la inflación a través de una política monetaria.
4. El nivel de precios de EE.UU., IPM, no es afectado por las variaciones del IPC, ya que Chile es una economía pequeña.

Siguiendo en orden de endogeneidad, se considera al IMACEC, ya que:

1. Para que la productividad afecte al TCN, esta debe variar más que la de los socios comerciales, pero el TCN siempre afecta a la productividad, ya que cambia las expectativas de los agentes. Por lo tanto, el efecto predominante es del TCN sobre el IMACEC.
2. Como hemos mencionado anteriormente, al ser Chile una economía pequeña, su productividad no puede afectar variables internacionales, como la tasa de interés de EE.UU. (y por lo tanto el diferencial de tasas) o el nivel de precios de EE.UU.

Se considera que la tercera variable más endógena es el tipo de cambio nominal, ya que es el diferencial de tasas el que causa el movimiento de capitales, y por lo tanto la variación en el tipo de cambio. Y el tipo de cambio nominal chileno no tiene efecto sobre las tasas de política monetaria ni sobre el nivel de precio estadounidense. El tipo de cambio no causa la TPM doméstica, ya que en Chile el régimen cambiario es flotante con metas de

inflación, por lo que esta política se ocupa para controlar la inflación, y no el tipo de cambio. Y el TCN chileno no afecta las variables estadounidenses, porque Chile es una economía pequeña. Y como lo estudiado es el TCN chileno, la cuarta variable en orden de endogeneidad será el diferencial de tasas, ya que tiene un componente doméstico, y la más exógena, el TPM estadounidense, ya que es totalmente determinado por variables extranjeras.

Una vez definido el orden de las variables, se estima el VAR. De esta estimación resultó que del conjunto de variables, sólo los rezagos del TCN, IPM (no el segundo rezago) e IPC resultan ser estadísticamente significativos al 5%. Sin embargo, como mencionamos anteriormente, por la forma funcional del VAR lo que importa es su ajuste en conjunto y no por separado; nuestro modelo tiene un R^2 0,94, y su estadístico F es 137,2 (por lo tanto, estadísticamente significativo al 5%). Luego, aunque no podemos conocer exactamente el efecto de cada variable sobre el TCN, en conjunto las variables explican bien sus movimientos (ver tabla 4).

A continuación, revisamos las funciones de impulso respuesta en base a la descomposición de Cholesky. Para revisar estas funciones y la descomposición de la varianza necesitamos colocar las variables de acuerdo al grado de endogeneidad, poniendo primero las variables que están menos condicionadas por todas las demás, ya que, como es explicado en Morandé, Mies y Tapia (2002), la sensibilidad en las funciones de impulso respuesta se origina en la descomposición que se establece a la matriz de varianzas y covarianzas. En nuestro modelo, el orden más adecuado desde nuestro punto de vista es el siguiente: IPM, diferencial de tasas de interés real, TCN, IMACEC, IPC.

Utilizando el orden de las variables indicado anteriormente, los resultados de las funciones de impulso respuesta se pueden ver en el gráfico 2. Revisemos el efecto de un impulso positivo de cada variable sobre el TCN:

- IPM: produce un efecto positivo a partir del segundo periodo, que aumenta en el tiempo a tasas decrecientes. El efecto empieza a disminuir en el periodo 5, y se extingue hacia el periodo 14. Lo anterior se explica porque ante un aumento de nivel de precios en EE.UU., los agentes demandan una mayor cantidad de dólares:

los estadounidenses retiran parte de sus dólares en el resto del mundo para usarlos en EE.UU., y los chilenos para importar desde EE.UU. Esta mayor demanda produce un aumento del valor de la divisa, el dólar, depreciando el tipo de cambio nominal. Pero el aumento de los precios también produce una disminución en la demanda de los productos y servicios estadounidenses, lo que hace que los precios comiencen a ajustarse, pero este ajuste es lento, explicado por la teoría de sticky prices. Debido a esto, la respuesta positiva del tipo de cambio es a tasas decrecientes, para luego revertirse, volviendo a su tendencia.

- RR: produce un efecto negativo a partir del segundo periodo, que después de 20 periodos hacia adelante aún no se extingue. Esto se explica porque un aumento en el diferencial de tasas hace más atractivo invertir en Chile, produciendo un aumento de la cantidad de divisas que entran al país, apreciando el TCN. Que el efecto sea de larga duración se explica si las inversiones en el país se mantienen en el largo plazo.
- TCN: produce un fuerte efecto positivo, que decrece en el tiempo, pero pasado el periodo 20, aún no se extingue. Es decir, los rezagos del TCN tienen un efecto de larga duración en la tendencia de este. Esto se debe a que si aumenta el TCN hoy, las expectativas serán que seguirá aumentando en el futuro cercano, generando una profecía autocumplida.
- IMACEC: produce un pequeño efecto positivo, alcanzando la tendencia en el periodo 3, para volverse un efecto negativo, que pasado el periodo 20 aún no se extingue. Según la explicación del ordenamiento de las variables según endogeneidad, un shock del IMACEC sólo tendrá un efecto sobre el TCN si esta variación es mayor a la de los socios comerciales.
- IPC: tiene pequeño un efecto positivo sobre el TCN, que decrece para alcanzar la tendencia 4 periodos hacia adelante. Según la explicación del ordenamiento de las variables según endogeneidad, un shock del IPC sólo tendrá efecto sobre el TCN de manera indirecta y esporádicamente a través de la política monetaria para controlar la inflación.

Se puede constatar que aunque pequeño, un impulso positivo de cualquiera de los rezagos de las variables del modelo tiene una respuesta del tipo de cambio, tal vez no el periodo inmediatamente posterior, pero sí en los siguientes. Esto reafirma nuestra decisión

de utilizar un VAR. La mayor respuesta es a los shocks de los rezagos del propio tipo de cambio, pero aún no se puede obviar el efecto de las otras variables.

Por su parte, la descomposición de varianza entrega la proporción de la varianza de la variable dependiente que es debido a sus propios shocks, versus aquella que es atribuible a las otras variables, es una dinámica un poco diferente de examinar un VAR. Los resultados se pueden apreciar en el gráfico 3. La mayor proporción de la varianza del TCN es producto de sus propios movimientos. Sin embargo, las otras variables si explican parte de la varianza del TCN, alcanzando cerca del 10% de la proporción. Dentro de este 10% la mayor proporción la explica el IPC (9%), que más que una causalidad del IPC al tipo de cambio, puede estar explicado por la causalidad inversa y por la correlación existente entre el nivel de precios y el tipo de cambio nominal, o por la correlación indirecta por el alza de la tasa de interés para controlar la inflación. Con el paso de los periodos, tanto los rezagos del TCN como los del IPC van perdiendo importancia, mientras los otros la van cobrando. Que los rezagos del TCN pierdan importancia, se debe a que los movimientos del tipo de cambio tiene efecto sobre las expectativas sólo en el corto plazo, pero en el largo plazo, las expectativas se basan más en los fundamentos y otras variables de la economía. Según Ito (1989), las expectativas son como de “bandwagon” en el corto plazo, y “estabilizadoras” en el largo plazo. También es por esto que las otras variables cobran importancia.

5. Conclusiones

Se ha llegado al marco actual de política cambiaria en Chile después de pasar por distintos regímenes cambiarios. El régimen de tipo de cambio flotante existente hoy tiene dos fuertes argumentos a su favor: permite una mejor asimilación de los shocks externos, y libera a la política monetaria para que se centre en las metas de inflación. Según la experiencia vivida por la economía chilena, es extremadamente necesario, tener un sistema financiero sano, finanzas públicas acorde a los objetivos planteados por el Gobierno, además de combinar una meta de inflación con un tipo de cambio flotante para afrontar de la mejor manera posible los graves shocks externos que afectan a la economía local, y así amortiguar los efectos adversos que pudiera sufrir.

Aunque sea un régimen de tipo de cambio flotante el Banco Central se reservó el derecho a intervenir. Estas intervenciones se deben hacer sólo en el caso en que se sepa (o crea) que el tipo de cambio está desalineado. Para saber si está desalineado o no, es necesario estimar la trayectoria del tipo de cambio.

En 1983 Meese y Rogoff encontraron que la mejor forma para estimar el tipo de cambio era a través de camino aleatorio. A pesar de este resultado, la literatura sobre la estimación del tipo de cambio ha sido prolífica. Cada vez hay más incentivos para no quedarse con los resultados de Meese y Rogoff (1983), por ejemplo, ahora está la discusión sobre las mejores formas de medir la habilidad predictiva de los modelos, y aunque no se ha llegado a acuerdo y los resultados no son concluyentes, sea ha revocado la verdad absoluta del camino aleatorio como mejor representación del tipo de cambio.

En la revisión bibliográfica efectuada se han encontrado buenos resultados, sin embargo, tenemos algunos reparos. El primero, dice relación al periodo que ocuparon para realizar estas estimaciones. En general en la literatura existente se han incluido observaciones de distintos regímenes cambiarios en las regresiones, que como se discutió, podrían sesgar los resultados de estas estimaciones. El segundo reparo que hacemos a la literatura revisada, es en que en los modelos se incluyen restricciones demasiados fuertes, que podrían sesgar los resultados. Por lo tanto, y por el buen matching entre las características del tipo de cambio y los modelos VAR, hemos decidido utilizar un VAR sin restricciones. Además se decidió estudiar el tipo de cambio nominal, ya que es un indicador necesario para tomar medidas de política monetaria, y no ha sido muy examinado en la literatura sobre el tipo de cambio en Chile.

El modelo estimado es un VAR(2) en la forma reducida para 107 observaciones, durante el periodo Septiembre de 1999 a Julio de 2008, del TCN, IPM, IPC, IMACEC y del diferencial de tasas de política monetaria (Chilena menos Estadounidense). Dentro del VAR todas las variables son consideradas endógenas.

La mayoría de las variables no son significativas a un 5% de confianza, excepto los dos rezagos del TC, los dos rezagos del IPC y el primer rezago del IPM. Pero en conjunto el modelo tiene un buen ajuste, que es lo importante en un VAR.

Dentro de las funciones impulso respuesta el mayor efecto lo tienen los rezagos del tipo de cambio nominal, sin embargo, aunque los efectos de las otras variables son menores, son permanentes en el tiempo, y forman parte importante de la explicación de la trayectoria del tipo de cambio nominal. En cuanto, a la descomposición de la varianza, cerca del 10% de la varianza del tipo de cambio nominal se puede explicar por las variables, distintas al TCN, incluidas en el modelo. Este porcentaje aumenta a través del tiempo, lo que se puede explicar porque las expectativas son como de “bandwagon” en el corto plazo, y “estabilizadoras” en el largo plazo.

Por lo tanto, hemos encontrado un modelo con un buen ajuste y que incorpora las características deseadas para el estudio del tipo de cambio nominal chileno: un VAR que incorpora observaciones de un solo régimen cambiario y sin restricciones demasiado fuertes.

Referencias

- Abarca, A.M., Alarcón, F., Pincheria, P. y J. Selaive (2007), *"Tipo de Cambio Nominal Chileno: Predicción en Base a Análisis Técnico"*, Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 425.
- Aguirre, A. y C. Calderón (2005), *"Real Exchange Rate Misalignments and Economic Performance"*, Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 315.
- Ardic, O.P., Ergin, E. y G.B. Senol (2008), *"Exchange Rate Forecasting: Evidence from the Emerging Central and Eastern European Economies"*, MPRA Paper No. 7505, posted 07.
- Calderón, C. (2004a), *"Un Análisis del Comportamiento del Tipo de Cambio Real en Chile"*, Revista Economía Chilena, Volumen 7 N° 1, págs. 1-29, Banco Central de Chile.
- Calderón, C. (2004b), *"Trade Openness and Real Exchange Rate Volatility: Panel Data Evidence"*, Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 294.
- Comunicado de Prensa del Banco Central de Chile ,
- Cowan, K., Rappoport, D. y J. Selaive (2007), *"High Frequency Dynamics of the Exchange Rate in Chile"*, Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 433.
- Crespo Cuaresma, J. y J. Hlouskova (2005), *"Beating the Random Walk in Central and Eastern Europe"* J. Forecast. 24, 189–201 (2005)
- De Gregorio, J. y A. Tokman (2005), *"El Miedo a Flotar y la Política Cambiaria en Chile"*, Revista Economía Chilena, Volumen 8 N° 3, págs. 29-54, Banco Central de Chile.
- De Gregorio, J., Tokman, A. y R. Valdés (2005), *"Tipo de Cambio Flexible con Metas de Inflación en Chile: Experiencia y Temas de Interés"*, Documentos de Política Económica del Banco Central de Chile, N° 14.
- Gourinchas, P.-O., y H. Rey (2007), *"International Financial Adjustment"*, Journal of Political Economy 115, 4.
- Ito, T. (1989), *"Foreign exchange rate expectations: Micro survey data"*, Working Paper N° 31, Center on Japanese Economy and Business, Columbia University.
- Johnston, J. y J. Dinardo (2001), *"Métodos de econometría"*, págs. 330-373, 1ª ed. Vicens-Vives, Barcelona.
- Lütkepohl, H. (2005), *"New Introduction to Multiple Time Series Analysis"*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, ISBN 3-540-40172-5.
- Meese, R.A. y K. Rogoff (1983), *"Empirical Exchange rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?"*, Journal of International Economics, 14(February): 3-24.

- Morandé, Mies y Tapia (2002), "*Política Monetaria y Mecanismos de Transmisión: Nuevos elementos para una vieja discusión*", Revista Economía Chilena, Volumen 5 N° 3, págs. 29-66, Banco Central de Chile.
- Mundell, R. (1961), "*A Theory of Optimum Currency Areas*", American Economic Review 51(4): 657-65.
- Pincheria, P. (2006), "*Conditional Evaluation of Exchange Rate Predictive Ability in Long Run Regressions*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 378.
- Pincheria, P. (2007), "*Predictibilidad Encubierta en Economía: El Caso del Tipo de Cambio Nominal Chileno*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 435.
- Pincheria, P. (2008), "*Combining Tests of Predictive Ability: Theory and Evidence for Chilean and Canadian Exchange Rates*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 459.
- Pincheria, P. y J. Selaive (2008), "*External Imbalances, Valuation Adjustments and Real Exchange Rate: Evidence of Predictability in an Emergin Economy*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 460.
- Rogoff, K. y V. Stavrakeva (2008) , "*The Continuing Puzzle of Short Horizon Exchange Rate Forecasting*", Working Paper 14071, NBER.
- Soto, C. (2003), "*The Effects of Nominal and Real Shocks on the Chilean Real Exchange Rate during the nineties*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 220.
- Spiegel, S. (2007), "*Políticas Macroeconómicas y de Crecimiento*", Guías de Orientación de Políticas Públicas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, ONU.
- Tapia, M. y A.Tokman (2003), "*Efectos de las Intervenciones en el Mercado Cambiario: El caso de Chile*", Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, N° 206.
- Zettelmeyer (2003), "*Impacto de la Política Monetaria sobre el Tipo de Cambio Bilateral: Chile y Estados Unidos*", Revista Economía Chilena, Volumen 6 N° 2, págs. 29-43, Banco Central de Chile.

ANEXOS

**TABLA 1a: NÚMERO DE REZAGOS
ESPECIFICACIÓN CON TPM**

VAR Lag Order Selection Criteria Endogenous variables: D_IPC D_IMACEC D_TCN RR D_IPM Exogenous variables: C Date: 11/14/08 Time: 09:41 Sample: 1999M09 2008M07 Included observations: 87						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	714.1046	NA	5.73e-14	-16.30125	-16.15954	-16.24419
1	1120.181	756.1417	8.99e-18	-25.06162	-24.21131*	-24.71923
2	1163.356	75.43286	5.96e-18	-25.47945	-23.92054	-24.85173*
3	1189.927	43.36907	5.83e-18*	-25.51557*	-23.24807	-24.60252
4	1209.296	29.38698	6.82e-18	-25.38611	-22.41002	-24.18773
5	1222.656	18.73488	9.32e-18	-25.11853	-21.43384	-23.63482
6	1255.390	42.14035*	8.37e-18	-25.29632	-20.90304	-23.52728
7	1285.210	34.96165	8.28e-18	-25.40713	-20.30526	-23.35276
8	1308.535	24.66520	9.90e-18	-25.36862	-19.55815	-23.02892
* indicates lag order selected by the criterion LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level) FPE: Final prediction error AIC: Akaike information criterion SC: Schwarz information criterion HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 1b: NÚMERO REZAGOS
ESPECIFICACIÓN CON TIP**

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: D_IPC D_IMACEC D_TCN RR D_IPM						
Exogenous variables: C						
Date: 11/14/08 Time: 09:39						
Sample: 1999M09 2008M07						
Included observations: 87						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	717.6920	NA	5.28e-14	-16.38372	-16.24201	-16.32666
1	1105.403	721.9451	1.26e-17	-24.72191	-23.87160*	-24.37952
2	1146.419	71.65916	8.79e-18	-25.09009	-23.53118	-24.46236*
3	1179.600	54.15766	7.39e-18	-25.27816	-23.01065	-24.36510
4	1200.722	32.04758	8.30e-18	-25.18901	-22.21292	-23.99063
5	1228.218	38.55812	8.21e-18	-25.24640	-21.56171	-23.76269
6	1260.289	41.28613	7.48e-18	-25.40894	-21.01566	-23.63990
7	1297.913	44.11143*	6.18e-18	-25.69916	-20.59728	-23.64479
8	1332.601	36.68144	5.69e-18*	-25.92187*	-20.11139	-23.58217
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 1c: NÚMERO DE REZAGOS
ESPECIFICACIÓN CON TIA**

VAR Lag Order Selection Criteria Endogenous variables: D_IPC D_IMACEC D_TCN RR D_IPM Exogenous variables: C Date: 11/14/08 Time: 09:37 Sample: 1999M09 2008M07 Included observations: 87						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	686.6149	NA	1.08e-13	-15.66931	-15.52759	-15.61224
1	1092.670	756.1035	1.69e-17	-24.42921	-23.57889*	-24.08681*
2	1128.766	63.06413	1.32e-17	-24.68428	-23.12538	-24.05656
3	1159.280	49.80355*	1.18e-17*	-24.81103*	-22.54353	-23.89798
4	1178.780	29.58582	1.38e-17	-24.68459	-21.70849	-23.48620
5	1195.373	23.26964	1.75e-17	-24.49134	-20.80665	-23.00763
6	1222.901	35.43764	1.77e-17	-24.54945	-20.15616	-22.78041
7	1244.694	25.55017	2.10e-17	-24.47572	-19.37384	-22.42135
8	1279.142	36.42809	1.95e-17	-24.69292	-18.88245	-22.35322
* indicates lag order selected by the criterion LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level) FPE: Final prediction error AIC: Akaike information criterion SC: Schwarz information criterion HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 2a: TEST RUIDO BLANCO
ESPECIFICACIÓN CON TPM**

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: RESID01 RESID02 RESID03 RESID04 RESID05						
Exogenous variables: C						
Date: 11/14/08 Time: 09:41						
Sample: 1999M09 2008M07						
Included observations: 85						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1131.305	NA	2.13e-18*	-26.50130*	-26.35761*	-26.44350*
1	1135.424	7.655807	3.48e-18	-26.00997	-25.14786	-25.66320
2	1154.635	33.44947	4.02e-18	-25.87375	-24.29321	-25.23802
3	1168.907	23.17127	5.25e-18	-25.62133	-23.32237	-24.69663
4	1181.729	19.30866	7.20e-18	-25.33480	-22.31740	-24.12112
5	1215.588	47.00510*	6.14e-18	-25.54326	-21.80744	-24.04061
6	1231.419	20.11412	8.21e-18	-25.32751	-20.87326	-23.53588
7	1253.322	25.25329	9.85e-18	-25.25464	-20.08197	-23.17405
8	1275.987	23.46433	1.21e-17	-25.19969	-19.30859	-22.83012
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 2b: TEST RUIDO BLANCO
ESPECIFICACIÓN CON TPM**

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: RESID01 RESID02 RESID03 RESID04 RESID05						
Exogenous variables: C						
Date: 11/14/08 Time: 09:39						
Sample: 1999M09 2008M07						
Included observations: 85						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1106.476	NA	3.82e-18*	-25.91707	-25.77339*	-25.85928*
1	1124.717	33.90730	4.48e-18	-25.75804	-24.89593	-25.41128
2	1140.880	28.14386	5.55e-18	-25.55013	-23.96959	-24.91439
3	1154.448	22.02683	7.38e-18	-25.28112	-22.98216	-24.35641
4	1193.455	58.74085	5.47e-18	-25.61071	-22.59332	-24.39703
5	1232.723	54.51341*	4.10e-18	-25.94643*	-22.21061	-24.44378
6	1249.337	21.10923	5.39e-18	-25.74911	-21.29486	-23.95749
7	1278.631	33.77374	5.43e-18	-25.85014	-20.67746	-23.76954
8	1300.136	22.26458	6.86e-18	-25.76791	-19.87681	-23.39835
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 2c: TEST RUIDO BLANCO
ESPECIFICACIÓN CON TIA**

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: RESID01 RESID02 RESID03 RESID04 RESID05						
Exogenous variables: C						
Date: 11/14/08 Time: 09:38						
Sample: 1999M09 2008M07						
Included observations: 86						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1081.965	NA	9.13e-18	-25.04569	-24.90300*	-24.98827*
1	1105.303	43.42025	9.50e-18	-25.00705	-24.15088	-24.66248
2	1132.750	47.87295*	9.03e-18*	-25.06396*	-23.49432	-24.43226
3	1154.726	35.77376	9.83e-18	-24.99362	-22.71051	-24.07477
4	1171.448	25.27752	1.23e-17	-24.80111	-21.80452	-23.59512
5	1195.934	34.16711	1.30e-17	-24.78917	-21.07911	-23.29604
6	1212.853	21.63991	1.69e-17	-24.60122	-20.17769	-22.82096
7	1232.202	22.49918	2.14e-17	-24.46981	-19.33281	-22.40241
8	1264.031	33.30923	2.11e-17	-24.62862	-18.77814	-22.27408
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

**TABLA 3a: TEST NORMALIDAD
ESPECIFICACIÓN CON TPM**

VAR Residual Normality Tests				
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)				
H0: residuals are multivariate normal				
Date: 11/13/08 Time: 19:39				
Sample: 1999M09 2008M07				
Included observations: 91				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.130841	0.259642	1	0.6104
2	0.201136	0.613578	1	0.4334
3	-0.331245	1.664136	1	0.1970
4	3.574943	193.8333	1	0.0000
5	-0.516781	4.050457	1	0.0442
Joint		200.4211	5	0.0000
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.641364	0.487682	1	0.4850
2	1.855387	4.967612	1	0.0258
3	2.256037	2.098618	1	0.1474
4	26.80834	2149.258	1	0.0000
5	3.343747	0.448030	1	0.5033
Joint		2157.260	5	0.0000
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	0.747324	2	0.6882	
2	5.581190	2	0.0614	
3	3.762754	2	0.1524	
4	2343.091	2	0.0000	
5	4.498487	2	0.1055	
Joint	2357.681	10	0.0000	

**TABLA 3b: TEST NORMALIDAD
ESPECIFICACIÓN CON TIP**

VAR Residual Normality Tests				
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)				
H0: residuals are multivariate normal				
Date: 11/14/08 Time: 09:03				
Sample: 1999M09 2008M07				
Included observations: 91				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.023478	0.008360	1	0.9271
2	0.194469	0.573576	1	0.4488
3	-0.278831	1.179157	1	0.2775
4	1.021091	15.81318	1	0.0001
5	-0.467527	3.315146	1	0.0686
Joint		20.88942	5	0.0008
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.567265	0.710024	1	0.3994
2	1.922473	4.402373	1	0.0359
3	2.289543	1.913840	1	0.1665
4	10.52170	214.5174	1	0.0000
5	2.898939	0.038726	1	0.8440
Joint		221.5823	5	0.0000
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	0.718384	2	0.6982	
2	4.975949	2	0.0831	
3	3.092997	2	0.2130	
4	230.3305	2	0.0000	
5	3.353872	2	0.1869	
Joint	242.4717	10	0.0000	

**TABLA 3c: TEST NORMALIDAD
ESPECIFICACIÓN CON TIA**

VAR Residual Normality Tests				
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)				
H0: residuals are multivariate normal				
Date: 11/14/08 Time: 09:17				
Sample: 1999M09 2008M07				
Included observations: 93				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.041991	0.027330	1	0.8687
2	-0.110416	0.188972	1	0.6638
3	-0.316172	1.549452	1	0.2132
4	-1.192209	22.03112	1	0.0000
5	-0.375071	2.180517	1	0.1398
Joint		25.97739	5	0.0001
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.663038	0.439981	1	0.5071
2	2.333756	1.720038	1	0.1897
3	2.589376	0.653371	1	0.4189
4	8.256910	107.0860	1	0.0000
5	2.905417	0.034665	1	0.8523
Joint		109.9341	5	0.0000
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	0.467311	2	0.7916	
2	1.909010	2	0.3850	
3	2.202823	2	0.3324	
4	129.1172	2	0.0000	
5	2.215182	2	0.3304	
Joint	135.9115	10	0.0000	

**TABLA 4: OUPUT ESTIMACIÓN VAR
ESPECIFICACIÓN CON TPM**

Vector Autoregression Estimates					
Date: 11/13/08 Time: 19:34					
Sample (adjusted): 2000M11 2008M07					
Included observations: 93 after adjustments					
Standard errors in () & t-statistics in []					
	D_IPC	D_IMACEC	D_TCN	RR	D_IPM
D_IPC(-1)	1.277294 (0.12562) [10.1677]	0.113639 (0.45339) [0.25065]	-2.444433 (0.84693) [-2.88624]	-2.902780 (11.4680) [-0.25312]	-0.004772 (0.11316) [-0.04217]
D_IPC(-2)	-0.189993 (0.13240) [-1.43496]	-0.265627 (0.47786) [-0.55587]	2.397941 (0.89264) [2.68636]	11.80983 (12.0870) [0.97707]	0.183650 (0.11927) [1.53982]
D_IMACEC(-1)	0.025258 (0.02946) [0.85727]	0.246109 (0.10633) [2.31447]	0.096279 (0.19863) [0.48470]	-3.434883 (2.68965) [-1.27707]	0.026680 (0.02654) [1.00529]
D_IMACEC(-2)	0.020483 (0.02900) [0.70639]	0.290934 (0.10465) [2.77999]	-0.298429 (0.19549) [-1.52655]	5.715175 (2.64711) [2.15902]	0.030205 (0.02612) [1.15638]
D_TCN(-1)	0.030413 (0.01529) [1.98871]	-0.026392 (0.05519) [-0.47818]	1.342929 (0.10310) [13.0256]	1.174054 (1.39604) [0.84099]	0.031306 (0.01378) [2.27264]
D_TCN(-2)	-0.040907 (0.01589) [-2.57462]	0.013107 (0.05734) [0.22857]	-0.381047 (0.10712) [-3.55731]	-0.731522 (1.45044) [-0.50435]	-0.047761 (0.01431) [-3.33711]
RR(-1)	0.000798 (0.00114) [0.70100]	-0.003608 (0.00411) [-0.87847]	-0.001999 (0.00767) [-0.26052]	1.213643 (0.10389) [11.6822]	6.22E-05 (0.00103) [0.06068]
RR(-2)	-0.001308 (0.00116) [-1.12325]	0.002989 (0.00420) [0.71123]	0.000812 (0.00785) [0.10349]	-0.265218 (0.10629) [-2.49518]	-0.000731 (0.00105) [-0.69683]
D_IPM(-1)	-0.041456 (0.13476) [-0.30764]	0.469221 (0.48635) [0.96478]	1.893038 (0.90850) [2.08370]	-2.730332 (12.3018) [-0.22195]	1.020362 (0.12139) [8.40588]

CONTINUACIÓN TABLA 4					
	D_IPC	D_IMACEC	D_TCN	RR	D_IPM
D_IPM(-2)	-0.245611 (0.13330) [-1.84259]	-0.032614 (0.48108) [-0.06779]	-1.133582 (0.89866) [-1.26142]	1.507519 (12.1685) [0.12389]	-0.539453 (0.12007) [-4.49276]
C	0.003894 (0.00233) [1.67047]	0.013089 (0.00841) [1.55562]	-0.009600 (0.01572) [-0.61081]	-0.237324 (0.21282) [-1.11515]	0.006882 (0.00210) [3.27703]
R-squared	0.960424	0.422741	0.943604	0.946788	0.864100
Adj. R-squared	0.955598	0.352344	0.936726	0.940299	0.847527
Sum sq. resids	0.001360	0.017711	0.061802	11.33142	0.001103
S.E. equation	0.004072	0.014697	0.027453	0.371737	0.003668
F-statistic	198.9972	6.005065	137.1995	145.9008	52.13867
Log likelihood	385.7268	266.3654	208.2525	-34.07785	395.4441
Akaike AIC	-8.058640	-5.491729	-4.241989	0.969416	-8.267615
Schwarz SC	-7.759086	-5.192175	-3.942434	1.268971	-7.968060
Mean dependent	0.033515	0.042089	-0.011786	1.063656	0.027971
S.D. dependent	0.019325	0.018262	0.109139	1.521402	0.009394
Determinant resid covariance (dof adj.)	3.26E-18				
Determinant resid covariance	1.74E-18				
Log likelihood	1241.800				
Akaike information criterion	-25.52258				
Schwarz criterion	-24.02481				

GRÁFICO 1a: TEST CÍRCULO UNITARIO ESPECIFICACIÓN CON TPM

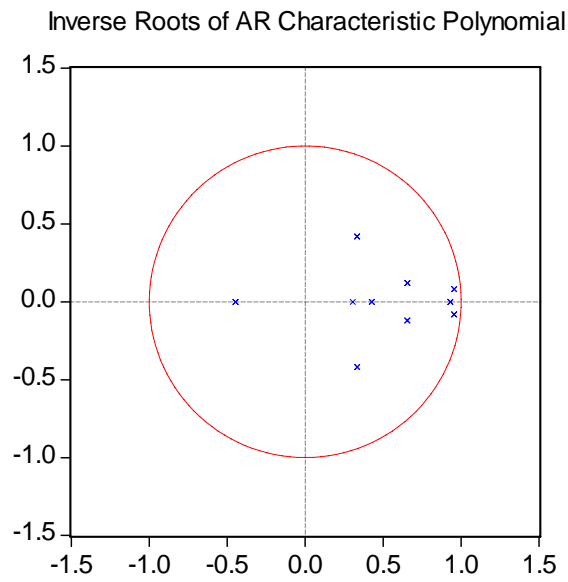


GRÁFICO 1b: TEST CÍRCULO UNITARIO ESPECIFICACIÓN CON TIP

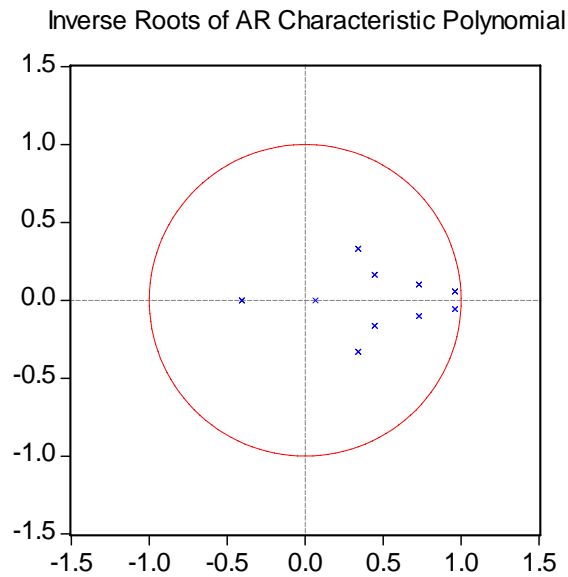


GRÁFICO 1b: TEST CÍRCULO UNITARIO ESPECIFICACIÓN CON TIA

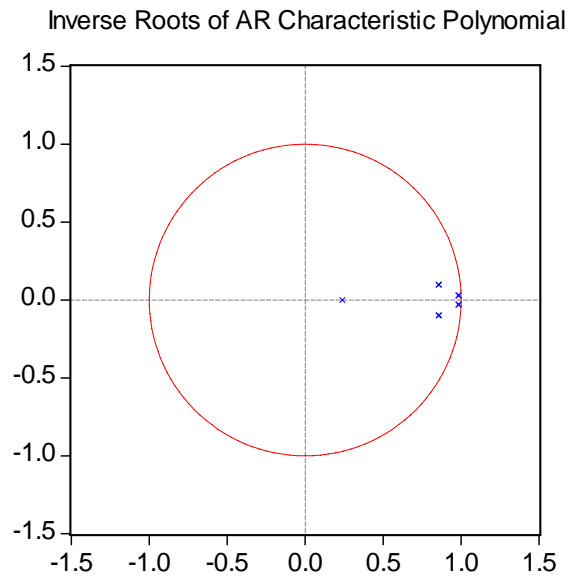


GRÁFICO 2: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA ESPECIFICACIÓN CON TPM

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

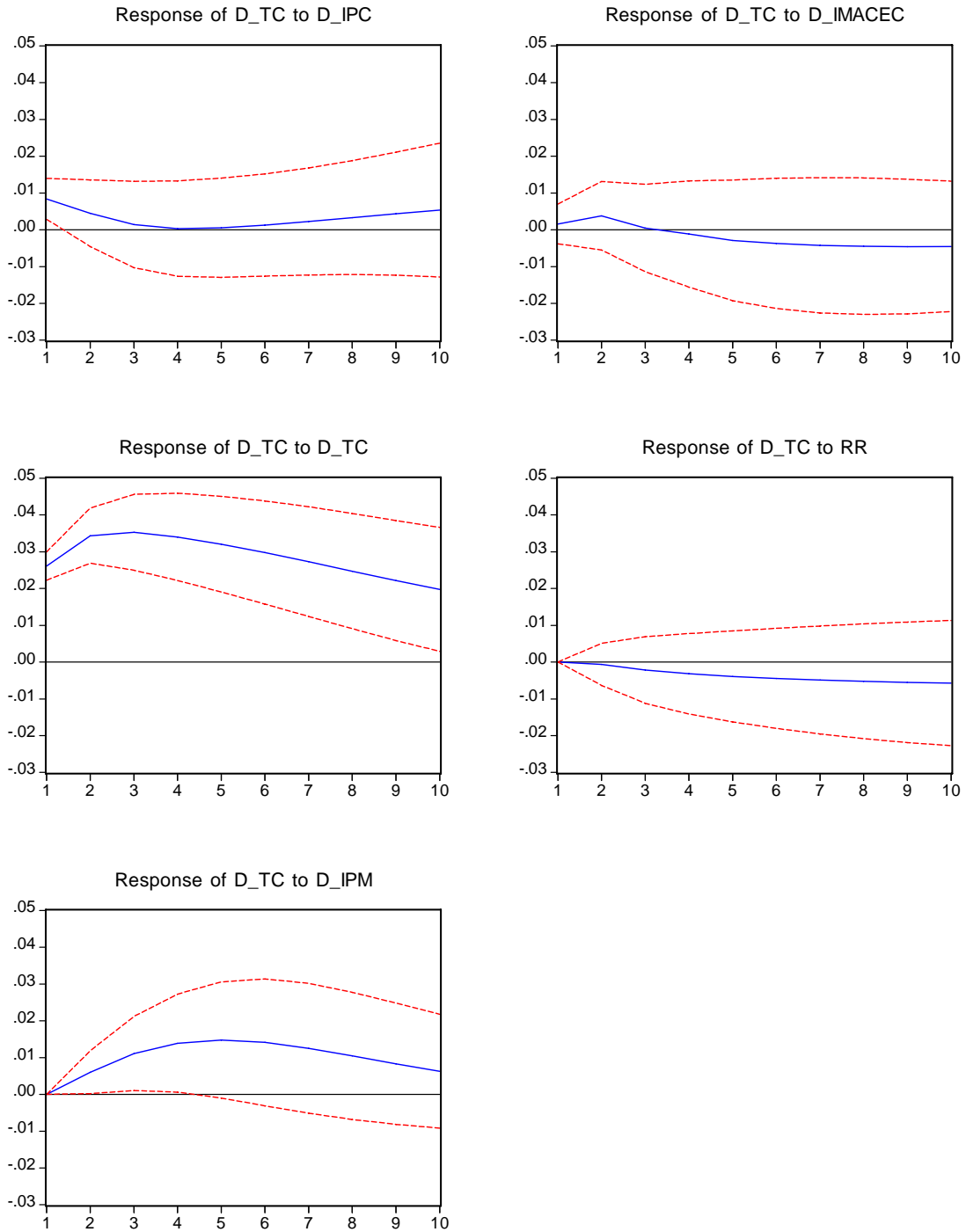


GRÁFICO 3: DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA ESPECIFICACIÓN CON TPM

Variance Decomposition

