

Banco Central de Chile
Documentos de Trabajo

Central Bank of Chile
Working Papers

N° 149

Abril 2002

UNA REVISIÓN DE LA TRANSMISIÓN MONETARIA Y EL PASS-THROUGH EN CHILE

Héctor Felipe Bravo

Carlos José García T.

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@condor.bcentral.cl

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: bcch@condor.bcentral.cl.



BANCO CENTRAL DE CHILE

CENTRAL BANK OF CHILE

La serie Documentos de Trabajo es una publicación del Banco Central de Chile que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar al debate de tópicos relevantes y presentar nuevos enfoques en el análisis de los mismos. La difusión de los Documentos de Trabajo sólo intenta facilitar el intercambio de ideas y dar a conocer investigaciones, con carácter preliminar, para su discusión y comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros del Consejo del Banco Central de Chile. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo, como también los análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Chile o de sus Consejeros.

The Working Papers series of the Central Bank of Chile disseminates economic research conducted by Central Bank staff or third parties under the sponsorship of the Bank. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant issues and develop new analytical or empirical approaches in their analysis. The only aim of the Working Papers is to disseminate preliminary research for its discussion and comments.

Publication of Working Papers is not subject to previous approval by the members of the Board of the Central Bank. The views and conclusions presented in the papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Chile or of the Board members.

Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile
Working Papers of the Central Bank of Chile
Huérfanos 1175, primer piso.
Teléfono: (56-2) 6702475 Fax: (56-2) 6702231

UNA REVISIÓN DE LA TRANSMISIÓN MONETARIA Y EL PASS-THROUGH EN CHILE

Héctor Felipe Bravo
Economista
Gerencia de Análisis Macroeconómico
Banco Central de Chile

Carlos José García T.
Economista Senior
Gerencia de Análisis Macroeconómico
Banco Central de Chile

Resumen

En primer lugar, este trabajo presenta una revisión de los principales estudios realizados utilizando VAR monetarios tanto en Chile como en el mundo para explicar la transmisión de la política monetaria y el coeficiente de traspaso del tipo de cambio a precios (pass-through). Los focos de atención son (i) el largo del rezago de la política monetaria para afectar a los precios; (ii) la magnitud del efecto de esta política sobre el producto y el tipo de cambio real; y (iii) el pass-through. En segundo lugar, se estimaron cuatro VAR, tres con restricciones estructurales de corto plazo (SVAR) y uno con restricciones de largo plazo (VEC). A diferencia de trabajos anteriores, la tasa de política fue ajustada por liquidez para capturar los eventos de 1998, donde la tasa de interés efectiva (interbancaria) superó con creces a la tasa de política monetaria anunciada por el Banco Central (TPM). Esto último permitió identificar de manera más precisa los efectos de la política monetaria, con lo cual el impacto de esta política sobre los precios y el producto (medido a través del IMACEC) es sustancialmente menor a la encontrada en otros trabajos. Con todo, los números que ilustran la transmisión monetaria en Chile son los siguientes: un shock de 100pb durante un trimestre produce un impacto máximo sobre la inflación de -0,2%, en el IMACEC de -0,4% y el tipo de cambio real se aprecia temporalmente en 0,4%. Adicionalmente, se encontró que la política monetaria alcanza su máximo efecto entre el primer año y primer año y medio. Por otra parte, el pass-through resultó ser bajo, no superando el 18% después de dos años.

Abstract

First, this paper reviews the most important literature based on money VAR, which explains monetary-transmission mechanism and pass-through from depreciation to inflation in Chile and other countries. The focus is on (i) the length of the transmission lags from monetary policy to prices; (ii) the impact of monetary policy on output and real exchange rate; and (iii) the magnitude of pass-through coefficient. Second, we estimated four VAR models for the Chilean economy: three of them have short-run restrictions (SVAR) and the other one has long-run restrictions (VEC). Our estimations are different from other studies since we use an adjusted interest rate to consider the episodes of 1998, where the interbank interest rate was substantially higher than the monetary policy rate (MPR) announced by the Central Bank. This allows us to obtain a more precise identification of the monetary policy, thus the impact of this policy on prices and output was much lower than the effect found by other authors. Therefore, the monetary-transmission mechanism is characterized as follows; given a 100 basis points shock to interest rate during a quarter, inflation rate decreases by -0.2%, output by -0.4%, and there is a temporary appreciation of the real exchange rate by 0.4%. Additionally, monetary policy reaches its maximum effect between a year and a year and a half. On the other hand, pass-through coefficient turned out to be low and close to 18% after two years.

Se agradecen los comentarios recibidos por parte de los participantes del seminario interno de investigación y políticas del Banco Central de Chile, especialmente a Rómulo Chumacero, Pablo García, Esteban Jadresic, Alejandro Jara y Jorge Enrique Restrepo. Las opiniones presentadas en el artículo no representan necesariamente la visión del Banco Central de Chile y son de responsabilidad de los autores.

E-mails: hbravo@bcentral.cl; cgarcia@bcentral.cl.

1. INTRODUCCIÓN

La transmisión de la política monetaria y el impacto de las fluctuaciones cambiarias son uno de los aspectos claves de la macroeconomía actual. El primero ha tomado más importancia desde que la estabilización de la inflación y el producto ha quedado principalmente en manos de la política monetaria. Es así como, Bancos Centrales en todo el mundo ajustan la tasa de interés de corto plazo para conseguir sus metas de inflación y crecimiento. La visión tradicional indica que si el Banco Central desea tener una tasa de política más alta debe contraer el mercado de reservas bancarias para hacer efectiva la subida de tasas. Esto se traduce en una menor oferta de dinero con lo cual las tasas de interés del sistema financiero se elevan, impactando la inversión, la actividad económica y luego la inflación (*money view*)¹. Este proceso se ve fortalecido por lo que ocurre con el consumo: primero, las tasas de interés más altas cambian las decisiones de consumo, con lo cual los agentes económicos prefieren postergar el consumo de hoy por consumo futuro. Segundo, ante restricciones de liquidez, el menor nivel de actividad se traduce en un menor nivel de ingreso disponible, lo cual afecta negativamente el consumo y refuerza la contracción de la demanda agregada.

La visión tradicional ha sido complementada, con nuevas hipótesis de cómo se produce la transmisión de la política monetaria. Bernanke y Gertler (1995) han propuesto que una contracción monetaria puede analizarse desde una perspectiva del crédito (*credit view*). Uno de los canales en que el crédito impacta a la economía es el efecto de la hoja de balance (*balance-sheet effect*): cuando se produce la contracción monetaria, los intermediarios, por ejemplo los bancos, pueden reducir el crédito porque las firmas y familias están sujetas a selección adversa y riesgo moral. Mientras los agentes económicos posean menos colaterales para responder a pérdidas potenciales, por ejemplo por que las firmas tiene un valor de mercado bajo o porque las personas enfrentan una situación de desempleo, los bancos están menos dispuestos a otorgar créditos. En la medida que los problemas del mercado de capitales sean importantes y exista segmentación entre los agentes económicos, la reducción del crédito para la inversión, el gasto en viviendas y el consumo de bienes durables detiene la expansión de la demanda agregada y llevan a una contracción de la actividad económica. Otra forma en que funciona el canal del crédito es a través de los préstamos bancarios (*bank lending channel*). Si los deudores no pueden sustituir fácilmente los créditos bancarios por otro tipo de financiamiento y los bancos consideran que sus préstamos también son imperfectos sustitutos de otras fuentes de financiamiento, la política monetaria puede operar a través de la disponibilidad de créditos, con lo cual se afecta directamente la actividad económica².

Otro importante canal de transmisión es el efecto sobre el precio de los activos. Una visión más monetarista enfatiza que la política monetaria afecta un espectro amplio de precios de activos y de ese modo las decisiones de inversión y consumo. Esto se debe, por ejemplo, a que los papeles del Banco Central se vuelven más atractivos que otros activos como las acciones con lo cual el precio de éstas cae, reduciendo el valor de las empresas y los incentivos a invertir en éstas (q de Tobin). Otro potencial canal de transmisión es el encarecimiento del financiamiento de nuevas inversiones con emisión de acciones: cuando el precio de las acciones cae, las nuevas acciones no producen los retornos esperados³. Un canal alternativo es el impacto que tiene la política monetaria sobre el precio de las acciones, bienes raíces y propiedades, con lo cual se altera la riqueza de las personas⁴. Una contracción monetaria puede reducir los precios de estos activos con lo cual cae el consumo y la demanda agregada.

Por otra parte, la política monetaria de tasas de interés ha sido complementada con otros instrumentos como la meta de inflación. Ésta ha provocado un cambio sustancial de cómo se hace política monetaria y de cómo ésta se transmite en la economía, especialmente en el efecto que ella tiene sobre las expectativas. Bernanke, Laubach, Mishkin y Posen (1998) han encontrado evidencia que la meta de inflación produjo

1 Para un resumen de la literatura ver Walsh (1998) y Mishkin (1995).

2 Kakes, 2000.

3 Mishkin, 2001.

4 Meltzer, 1995.

importantes quiebres en la tendencia inflacionaria de los países que adoptaron esta nueva política. En particular, el mecanismo de la meta de inflación funciona desplazando la curva de Phillips hacia el nivel deseado de inflación. Sin embargo, no evita el conflicto entre inflación y producto, así si el proceso de estabilización es acelerado los sustanciales aumentos de la tasa de interés afectaran negativamente sobre el nivel de actividad económica. En cambio, con un programa gradual, la meta funciona como ancla y la economía converge paulatinamente al nuevo nivel de inflación. Para conseguir este objetivo, la meta debe ser creíble, es decir, debe haber un apropiado ordenamiento del sector fiscal y ausencia de shocks externos severos que erosionen la credibilidad del plan de estabilización.

Otra forma de canal de transmisión es la que se da a través del tipo de cambio. Una tasa de interés más alta atrae flujos de capitales que aprecian la moneda con una consecuente devaluación para mantener la paridad de tasas de interés. El efecto sobre la economía depende de los plazos involucrados; en el largo plazo una apreciación reduce las exportaciones y aumenta las importaciones por lo cual se espera un efecto negativo (*Exchange Rate Effects on Net Exports*). Sin embargo, en el corto plazo, las fluctuaciones del tipo de cambio también tienen fuertes efectos sobre los balances de los distintos agentes económicos (*Exchange Rate Effects on Balance Sheets*)⁵. Si una parte importante de la deuda de las firmas y familias está en dólares, la apreciación resulta en una reducción de la deuda y por lo tanto tiene efectos expansivos sobre la actividad económica.

Con relación al segundo aspecto a considerar, el impacto de las fluctuaciones cambiarias, se tiene que el análisis de éste ha sufrido un profundo cambio desde la última década. En general, la teoría económica ponía énfasis en un *pass-through* completo del tipo de cambio, es decir, las fluctuaciones del tipo de cambio nominal se transmiten directamente a precios. Sin embargo y a pesar que el tipo de cambio afecta directamente al precio en moneda doméstica, por ejemplo en pesos, de los bienes importados, este movimiento no necesariamente se ha transferido al consumidor final. Cuándo ocurre dicha transferencia y en qué proporción depende de varios factores. Por ejemplo, Goldfajn y Werlang (2000) y Borensztein y De Gregorio (1999) han identificado, usando econometría de datos de panel, factores como el nivel inicial de inflación, el grado de apertura de la economía, la magnitud de la brecha del producto y una moneda sobrevaluada. Según Mishkin (2001) es más difícil que se produzca un traspaso sustancial de tipo de cambio a precios si la economía tiene baja inflación producto de un menor nivel de actividad causado, entre otras razones, por shocks externos negativos⁶. De manera similar, si la moneda está sobrevaluada, una depreciación más que causar inflación produce un acercamiento hacia el equilibrio de largo plazo.

Desde una perspectiva más teórica, un bajo *pass-through* está asociado a la segmentación de mercado y a la fijación de los precios en distintos mercados (*Pricing to Market*)⁷. Por ejemplo, Betts y Deveroux (2000), suponen que una fracción dada de firmas puede fijar precios tanto en el mercado interno como externo. Los efectos de este supuesto sobre la economía y el sistema cambiario son importantes: primero, las fluctuaciones del tipo de cambio real tienen un impacto limitado sobre el consumo y por tanto la sustitución de importaciones por bienes de origen nacional se debilita (*expenditure-switching effect*). Dado esto, en un contexto de tipo de cambio flexible, los movimientos del tipo de cambio real deben ser más pronunciados para conseguir el equilibrio de los diferentes mercados. Otro modelo destacado en la literatura es el de Bergin y Feenstra (2001), el cual supone que la proporción del gasto de un bien dado está inversamente relacionado con su precio relativo. Adicionalmente, las firmas usan bienes intermedios y en general los precios son fijados en forma traslapada. En este contexto, shocks monetarios tienen un efecto persistente sobre el tipo de cambio real puesto que las firmas no están dispuestas a subir los precios si otras no lo hacen.

5 Mishkin, 2001.

6 Este efecto fue encontrado en Chile por García y Restrepo (2001).

7 Ver Lane (2001) para una revisión de esta literatura.

En este artículo se explora la transmisión monetaria y los efectos macroeconómicos de las fluctuaciones cambiarias en la economía Chilena desde una perspectiva particular: los VAR monetarios⁸. Esta técnica econométrica tiene la ventaja de trabajar con un mínimo de supuestos identificatorios, con lo cual diversas historias sobre la transmisión monetaria y el impacto del tipo de cambio pueden ser contadas utilizando las funciones de impulso respuesta de los VAR. En términos concretos, este artículo desarrolla los siguientes aspectos: primero, se revisa la evidencia internacional que ha utilizado VAR monetarios, es decir, modelos que incluyen entre cuatro a cinco variables: nivel de precios, producto, dinero, tasa de interés y tipo de cambio (nominal o real). En detalle, se revisa la experiencia de países como Australia, los Estados Unidos, Inglaterra, México, Nueva Zelanda y Suecia. A continuación, se resume la experiencia chilena con este tipo de modelos, encontrándose que en la mayoría de los estudios el desafío consiste en encontrar una adecuada selección de variables, rezagos y restricciones económicas que permitan capturar la transmisión de la política monetaria. Luego se presentan estimaciones para la economía chilena, dando énfasis a la calidad de las proyecciones y en cómo estos modelos pueden ayudar a entender la transmisión de la política monetaria y el efecto del tipo de cambio real en variables claves como la inflación y la actividad económica. Finalmente se desarrollan las conclusiones.

Al respecto, este artículo concluye que si bien un aumento de la tasa de interés tiene los efectos que la teoría predice y que se da en la experiencia internacional, las magnitudes de dicha transmisión son sustancialmente menores a las obtenidas por otros autores para la economía chilena. Una identificación más precisa de la política monetaria, permite concluir que después de 1998, el impacto de la política monetaria de tasa de interés ha tenido un efecto sustancialmente menor sobre las principales variables macroeconómicas. Por el contrario, el *pass-through* se ha mantenido más estable y muy por debajo del 100%.

2. ESTUDIOS Y EXPERIENCIA CON VAR

2.1 EVIDENCIA INTERNACIONAL

La evidencia internacional obtenida con VAR monetarios es variada y está fuertemente influenciada por las realidades de cada país y de las muestras consideradas en cada estudio. En términos generales, una política monetaria contractiva está asociada primero a una desaceleración del producto y a una apreciación del tipo de cambio. Después la inflación cae, el tipo de cambio tiende a depreciarse y el producto vuelve a su nivel potencial. También, en la mayoría de los casos, la política monetaria toma más de dos años para alcanzar su máximo efecto en reducir la inflación (número de rezagos), sólo en México el horizonte se reduce a casi ocho meses. Sin embargo, la magnitud del efecto de la política monetaria difiere entre países. Por ejemplo, Canadá, Estados Unidos y Australia son menos efectivos en reducir la inflación que países como Inglaterra, Nueva Zelanda y Suecia. México, en cambio, es un caso intermedio entre ambos grupos. Con relación a los efectos sobre el producto, en términos generales, los países más efectivos en reducir la inflación a través de un aumento de la tasa de interés también enfrentan mayores costos en términos de producto. Una excepción es Nueva Zelanda, donde la política monetaria puede reducir la inflación con un impacto relativamente menor en el producto en relación con otros países. Por otra parte, el efecto de la tasa de interés sobre el tipo de cambio, en los trabajos que incluyeron esta variable, resultó ser bastante más fuerte que en las otras dos series, ocasionando fuertes apreciaciones.

Considerando en detalle país por país, tenemos que en México⁹, utilizando datos mensuales, un incremento de 140 puntos base (pb) en la tasa real ex-ante no produce un *overshooting* en el tipo de cambio, este se aprecia gradualmente para alcanzar un máximo de 1,0% a los siete meses, después el efecto sobre el tipo de cambio tiende a desaparecer lentamente. La brecha del producto cae rápidamente al cabo de un mes, en este caso el valor máximo es -0,3%, respecto del nivel potencial. Este último efecto resulta significativo entre el cuarto y sexto mes y después tiende a desaparecer. Por otra parte, la inflación anualizada reacciona

8 Una revisión de la literatura VAR y de sus aplicaciones se encuentra en Stock y Watson (2001). Referencias obligadas por su intuición son Sims (1980) y Bernanke (1986).

9 Martínez, Sánchez y Werner, 2001.

más tardíamente que el producto: la caída comienza en el cuarto mes y alcanza un máximo durante el octavo mes y es equivalente a -0,57%. Al respecto, ésta disminución es significativa después de cuatro meses y lo sigue siendo hasta los diez meses. En resumen, los rezagos involucrados señalan que la política monetaria alcanza su máximo efecto para reducir la inflación después de ocho meses.

Para el caso de Inglaterra¹⁰, utilizando datos trimestrales, en simulaciones reportadas en el libro de modelos del Banco de Inglaterra (1999), una reducción de 10pb en la tasa de interés ocasiona que el producto aumente rápidamente para alcanzar un máximo entre el segundo y tercer trimestre de 0,2%, luego el crecimiento declina para desaparecer definitivamente después de tres años. La inflación también crece rápidamente, pero se acelera justo en el tercer año alcanzando un máximo de 0,3% y luego cae, desapareciendo la aceleración inflacionaria al cabo del quinto año. Con todo, se deduce que la política monetaria alcanzaría su máximo efecto en la inflación después de tres años.

En Canadá¹¹, usando datos mensuales, se encontró que una contracción en los agregados monetarios que produce un alza en la tasa de interés de 25pb causa un *overshooting* del tipo de cambio. Este comienza con una apreciación máxima de 0,3% en el valor de la moneda para luego depreciarse por más de un año. Por otro lado, el producto muestra un efecto contractivo pero pequeño que alcanza un máximo de -0,2% en el cuarto mes y que es estadísticamente significativo por alrededor de seis meses. El nivel de precios sólo responde gradual y negativamente con una caída máxima de -0,075% después de treinta meses. Este resultado indica que la política monetaria alcanza su máximo efecto en reducir la inflación después de dos años.

En Australia¹², usando datos trimestrales, un aumento de la tasa de interés de 140pb se traduce en una caída más lenta de la inflación que del producto en un periodo que va entre los nueve y trece trimestres. Así, el producto cae en -3,0% y el gasto en -5,0% a fines del primer año, en cambio la inflación cae en -1,0% a fines del tercer año para luego comenzar a desaparecer la desaceleración inflacionaria. En el modelo, el impacto de la tasa de interés sobre el tipo de cambio real es débil en los primeros trimestres, sólo a partir del segundo año se produce una fuerte apreciación de aproximadamente -5,0% la que luego desaparece. Así, la política monetaria alcanza su máximo efecto después de dos años y medio.

Para el caso de Suecia¹³, usando datos trimestrales, el impacto de un aumento de más de 32pb en la tasa de interés hace caer el producto hasta -1,0% para recuperarse al cabo de siete u ocho trimestres y seguir aumentando otros seis periodos llegando a 0,8%. Por otro lado, los precios caen instantáneamente -1,0% para luego subir por cerca de un año cayendo por otros dos, lo cual se asocia con el puzzle de precios el cual también se da en otras especificaciones utilizadas. Finalmente, el aumento en la tasa de interés doméstica provoca una inmediata apreciación del tipo de cambio que alcanza a 0,6%, desapareciendo completamente al cabo de diez periodos. Para este país, la política monetaria consigue su máximo efecto antinflacionario a los dos años y medio.

Para Nueva Zelanda¹⁴, usando datos trimestrales, los principales efectos de un aumento de 40pb en la curva de retorno son una caída moderada en el consumo y la inversión para luego acentuarse y alcanzar un máximo de -0,3% el segundo año. Con relación a los precios, estos aumentan por un par de periodos (puzzle de precios¹⁵) para luego caer rápidamente hasta aproximadamente un -0,1% en el tercer año. Después, esta variable vuelve al nivel inicial al cabo de cuatro o cinco años. Por otro lado, el tipo de cambio real cae -0,7% entre seis y siete periodos para luego aumentar 0,2% por un par de años y finalmente retornar a su nivel de inicial. En conclusión, la política monetaria en este país alcanza su máximo efecto para reducir la inflación después de tres años.

10 Bank of England, 1999.

11 Cushman y Zha, 1997.

12 Dungey y Pagan, 1997.

13 Jacobson et al, 1999.

14 Drew y Hunt, 1998 .

15 En el anexo 2 se presentan los principales puzzles encontrados con VAR.

Para los numerosos estudios realizados en los Estados Unidos, se seleccionó el de Bernanke y Mihov (1998), quienes usando datos mensuales, señalan que un shock monetario positivo, reducción de la tasa de interés de 60pb, se refleja en un aumento de las reservas tanto totales como mantenidas y en un aumento del producto y de los precios. Así, el producto llega a crecer rápidamente hasta 0,3% al cabo de nueve meses para luego decrecer lentamente. En cambio el nivel de precios crece continuamente con un incremento de 0,1% después de un año y de 0,2% después de dos años. La política monetaria, en el caso de los Estados Unidos, produce una caída estadísticamente significativa después de dos años.

Finalmente, al analizar el *pass-through* se encuentra que en el caso de México una perturbación de una desviación estándar sobre el tipo de cambio real, equivalente a una devaluación real de 1,4%, muestra que la brecha del producto aumenta con un mes de rezago y al cabo de tres meses el efecto desaparece. Por otra parte, la inflación se eleva inmediatamente aumentando en aproximadamente 1,0%, con lo que se muestra que el *pass-through* es elevado pero no completo. Luego, el efecto sobre la inflación cae rápidamente para desaparecer después del octavo mes. Sin embargo, este resultado no se repite para otras economías abiertas donde el *pass-through* es sustancialmente menor. En Australia el traspaso a precios es de un 14,0% en igual periodo de tiempo¹⁶. Por otra parte, en el caso de Nueva Zelanda, un aumento del tipo de cambio real de 1,0% produce una abrupta caída de los precios en el primer mes, sin embargo este efecto se revierte rápidamente para alcanzar un aumento en torno al 0,1% el que dura un año y luego desaparece.

16 De Brower y Ericcson, 1998.

Tabla 1: Evidencia internacional

País	Autor	Frecuencia y variables	Respuesta en:
México	Martínez, Sánchez y Werner (2001)	Frecuencia Mensual <ul style="list-style-type: none"> Tipo de cambio real (logaritmo) Índice de producción industrial menos su tendencia (usando filtro de Hodrick-Prescott) Inflación subyacente mensual anualizada (%) Tasa de interés real ex-ante (%) Rendimiento bruto de los bonos UM26 (%) 	Producto, Nivel de precios o inflación y Tipo de cambio ante un cambio en la tasa de política Aumento de una desviación estándar equivalente a 140pb <ul style="list-style-type: none"> Producto: Brecha cae 0,3% al mes 1. Significativa del mes 4 al 6. Inflación: cae hasta 0,57%. Significativa del mes 4 al 10. Tipo de cambio real: se aprecia 1,0% en siete meses
Inglaterra	Bank of England (1999) y Kim y Roubini (2000)	Frecuencia mensual y trimestral <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento de las ventas al detalle Producto e índice de producción industrial Primera diferencia del índice de precios al detalle menos el pago de intereses hipotecarios, M4 y M0 Costo laboral unitario 	Reducción de una desviación estándar en la tasa de 10pb <ul style="list-style-type: none"> Producto: Expansión de hasta un 0,2% trimestral en el primer año, expandiéndose por otros tres para luego caer levemente y volver al estado inicial. Inflación: Sube en forma persistente por casi cinco años. Significativa por alrededor de tres años llegando a un aumento de 0,3%. Tipo de cambio nominal: Se aprecia hasta un 3,2% por más de un año para luego volver al nivel original.
Canadá	Cushman y Zha (1997)	Además de: <ul style="list-style-type: none"> Tasa de interés de corto plazo Agregados monetarios M0 y M1 Índice de precios al consumidor Precio del petróleo en dólares Tasa de Fondos Federales de EE.UU. Tipo de cambio nominal Frecuencia mensual <ul style="list-style-type: none"> Tipo de cambio nominal Dinero M1 desestacionalizado Tasa de interés del tesoro a tres meses Índice de precios al consumidor Índice de producción industrial desestacionalizado Exportaciones totales Importaciones totales Índice de producción industrial de Estados Unidos desestacionalizado Índice de precios al consumidor de Estados Unidos Índice mundial de precios de commodities en dólares de EE.UU.. 	Aumento de una desviación estándar de 25pb <ul style="list-style-type: none"> Producto: Caer por seis meses llegando a -0,2%. Inflación: Caer gradual y negativamente salvo el aumento en el mes 2. Estos movimientos no son grandes ni estadísticamente significativos hasta el mes 20. El nivel de precios cae hasta 0,075% en el mes 30. Tipo de cambio: El tipo de cambio nominal cae por un año sobre 0,3% de manera similar al tipo de cambio real.

Australia	Dungey y Pagan (1997)	Frecuencia trimestral <ul style="list-style-type: none"> • Producto de EE.UU. (en logaritmo) • Tasa de interés real de EE.UU. • Términos de intercambio (en logaritmo) • Razón entre el índice Dow Jones y el índice de precios de EE.UU. • Exportaciones reales (en logaritmo) • Logaritmo de la razón entre el All Ordinaries Index y el deflactor de plantas y equipos • Logaritmo del crecimiento real del gasto interno • Logaritmo del PIB real • Tasa de inflación trimestral • Tasa de interés • Logaritmo del dólar ponderado por comercio. 	Aumento de una desviación estándar equivalente a 140pb <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Desde el segundo trimestre, el gasto cae 5,0% y el producto 3,0%. El efecto dura entre tres y seis trimestres para luego ser poco significativo. • Inflación: Cae entre los nueve y los trece trimestres. Alcanzando un piso de -1,0% a fines del tercer año para luego comenzar a desaparecer. • Tipo de cambio nominal: Apreciación tardía de 5% desde el segundo año, luego desaparece.
Suecia	Jacobson, Jansson, Vredin y Warne (1999)	Frecuencia trimestral <ul style="list-style-type: none"> • Producto interno • Tasa de interés doméstica • Nivel de precios • Tipo de cambio nominal • Variables externas • Producto externo • Tasa de interés externa • Nivel de precios externos <p>Junto con dummies estacionales y que reflejan cambios de política</p>	Un aumento de una desviación estándar en tasa de política equivalente a 32pb. <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Aunque poco significativo el producto cae hasta 0,1% en el trimestre siete y ocho y se recupera otros seis periodos llegando a 0,8%. • Inflación: Precios caen instantáneamente 1,0% luego suben por un año cayendo por otros dos. Poco significativo. • Tipo de cambio nominal: Inicialmente aumenta hasta 0,6% desapareciendo completamente al cabo de diez periodos.
Nueva Zelanda	Drew y Hunt (1998)	Frecuencia trimestral <ul style="list-style-type: none"> • Demanda externa: Producción industrial de los países de la OECD • Términos de intercambio • Consumo e inversión • Nivel de precios al consumidor • Tipo de cambio real • Pendiente de la curva de retorno: tasa a 90 días menos tasa a cinco años. 	Un aumento de una desviación estándar en la curva de retorno equivalente a 40pb. <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Hay una caída en el consumo y la inversión en 0,3% por trece trimestres. • Inflación: Los precios aumentan por un par de periodos para luego caer hasta un 0,1% volviendo al nivel inicial al cabo de cuatro o cinco años. • Tipo de cambio nominal: El tipo de cambio real cae 0,7% entre seis y siete periodos al aumentar la curva de retorno para luego aumentar 0,2% por un par de años y finalmente desaparecer.
Estados Unidos	Bermanke y Mihov (1998)	Frecuencia mensual <ul style="list-style-type: none"> • PIB real (en logaritmo) • Deflactor del producto (en logaritmo) • Índice de precios de commodities (en logaritmo) • Reservas totales normalizadas • Reservas no prestables más crédito extendido normalizadas • Tasa de fondos federales <p>Además de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dinero M1 y M0 (en logaritmo) 	Reducción de 25pb en la tasa de política <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Hay un aumento significativo de hasta 0,3% por periodo desde el sexto mes y durante cuatro años. • Inflación: Los precios aumentan al cabo de un trimestre y en forma permanente, llegando a 0,2% después de dos años.

2.2 EVIDENCIA EMPÍRICA EN CHILE

La evidencia empírica en Chile es variada. Los trabajos estimados hasta 1997 encuentran que la transmisión monetaria es rápida (menos de un año) e importante tanto en precios como en producto con relación a la evidencia internacional. También, los trabajos que incorporaron meta de inflación¹⁷ encontraron que la introducción de esta variable eliminaba el puzzle de precios encontrado en otros países y da una explicación cuantitativamente importante a la caída de la inflación durante los noventa. Luego, el trabajo de Parrado (2001) encontró que el efecto de la política monetaria sobre los precios se da con bastante más retraso (dos años), sin embargo las magnitudes de los efectos sobre esta variable y la actividad siguen siendo bastante altas en relación con la evidencia internacional. A continuación se presentan en detalle las estimaciones de modelos VAR que son consideradas como más relevantes para el caso chileno. La discusión de la evidencia empírica en Chile se concluye en la siguiente sección, donde además se presentan estimaciones propias.

Uno de los primeros trabajos donde se estima un VAR monetario para la economía chilena es el de Herrera y Rosende (1991). Ellos consideran datos trimestrales y variables estándares que se usan en un VAR monetario (ver tabla 2), pero con la salvedad que las variables son expresadas con respecto a su tendencia de largo plazo calculadas con el filtro de Hodrick-Prescott. Los resultados obtenidos son los esperados, un aumento de la tasa de interés real reduce la brecha de los precios y del producto durante los primeros dos años para luego aminorar dichos efectos a través del tiempo. Con relación a los rezagos involucrados, el alza de la tasa de interés, 120pb, logra tener su máximo impacto sobre los precios después de sólo dos trimestres (-0,8%), luego el efecto desaparece en el siguiente año y medio. El impacto sobre el producto sigue una trayectoria similar, este cae a su nivel mínimo en el segundo trimestre (-1,0%) y después se recupera rápidamente. Un segundo trabajo es el de Rojas (1993), quien considera variables similares pero no medidas con respecto a una tendencia de largo plazo. También, el objetivo de su trabajo es establecer la relación entre dinero y actividad económica, por tanto en el análisis los precios no están presentes explícitamente. Los patrones de respuesta exhibidos por este modelo son similares a los encontrados por Herrera y Rosende; la respuesta del producto ante un shock en la tasa de interés real es negativa, alcanza su máximo en el cuarto trimestres y perdura aproximadamente hasta el octavo trimestre, para luego desaparecer. No obstante que ambos trabajos excluyen el tipo de cambio, variables exógenas (por ejemplo producto y precios externos) y la significancia estadística de las funciones de impulso respuesta, sus resultados resaltan el tipo de transmisión monetaria que se dio en la economía chilena a comienzos de los noventa.

Una segunda generación de modelos comienza a ser estimados desde la segunda mitad de los noventa. Por ejemplo, Cabrera y Lagos (2000) revisaron los modelos VAR estimados para Chile en el periodo 1986-1997, una de las principales conclusiones es que en la mayoría de los casos la respuesta de la inflación a un incremento en la tasa de política es positiva¹⁸. Este puzzle de precios¹⁹ es un problema común que enfrentan los investigadores al momento de estimar VAR en la economía chilena. Otro problema es la incorporación en los modelos VAR de otra característica de la política monetaria implementada desde comienzos de la década de los noventa: la inflación meta. Por ejemplo, Valdés (1997)²⁰ estimó un VAR semi-estructural²¹ en un esfuerzo por obtener evidencia más concluyente de los efectos de la tasa de interés sobre la inflación. En este trabajo aparecen algunas estimaciones que consideran la brecha entre la inflación actual y su valor objetivo o meta, la cual es usada como variable dependiente. Otra característica interesante de este modelo es que fue estimado en variaciones en doce meses, las cuales, en general, muestran patrones más

17 Valdés, 1997 y García, 2001.

18 Otros trabajos más recientes que han utilizado VAR con el problema de puzzle de precios son el de Ducan (2002) y Chumacero (2002).

19 Ver anexo 2.

20 Este autor sigue el esquema de identificación propuesto por Bernanke y Blinder (1992).

21 Bernanke y Mihov (1998) definen un VAR semi-estructural cuando sólo una parte de la estructura del VAR es identificado.

sistemáticos y menos erráticos que las variables en niveles o en primeras diferencias²². Aquí un alza de la tasa de interés, de aproximadamente 30pb, reduce tanto la brecha inflacionaria como el IMACEC. Como se desprende de los resultados, los rezagos que enfrenta la política monetaria son más bien cortos: el máximo impacto en la reducción de la brecha inflacionaria (-0,4%) se da a los diez meses. El impacto sobre el producto (-0,5%) es más acelerado y se da entre el séptimo y octavo mes. Las elasticidades que se pueden derivar de este trabajo, indican que si bien la política monetaria es efectiva en reducir la inflación con relación a la evidencia internacional, el efecto negativo sobre el crecimiento del producto es también importante.

Otro esfuerzo importante es el de Parrado (2001)²³, este trabajo presenta una especificación completa para la economía chilena en lo que respecta a las relaciones contemporáneas entre las variables utilizadas. El autor estima diferentes modelos en niveles y primeras diferencias. Sus resultados son distintos a los presentados por otros autores, especialmente en lo que respecta al efecto de la política monetaria sobre el nivel de precios. Un shock en la tasa de interés de 40pb, produce un efecto significativo sobre el nivel de precios después del primer año y alcanza su máximo efecto después de dos años (-0,3%). En relación con el producto, este también decrece en forma más lenta, postergando su caída hasta el décimo mes (-0,6%)²⁴.

Una estimación que desafía los resultados obtenidos anteriormente es la de Calvo y Mendoza (1998)²⁵. Ellos encuentran que la principal variable en reducir la inflación durante los noventa fue la apreciación del tipo de cambio debido a shocks externos positivos y no a las políticas de estabilización. Un shock de aproximadamente 30pb en la tasa de interés no produce ningún efecto estadísticamente significativo sobre el nivel de precios. En cambio una apreciación de 1,5% en el tipo de cambio real afectaba los precios después de un año (-0,4%). Este resultado es interesante porque entrega evidencia sobre el pass-through, cercano a 25%. Respecto a las conclusiones de este artículo, García (2001) confirmó que factores externos han jugado un rol importante en el buen desempeño inflacionario de la economía chilena. Por ejemplo, ejercicios contrafactuales usando VAR indican que aproximadamente un tercio de la caída en la inflación se debe a estos factores, pero el resto sería explicado por la política de estabilización.

22 Otro trabajo que usa variables en variaciones anuales es el de Caputo y Herrera (1999).

23 El autor sigue el estilo de identificación elaborado por Kim y Roubini (2000).

24 Otro comentario sobre este trabajo es que la meta de inflación está ausente de su especificación estructural.

25 Los autores siguen el esquema de identificación de Christiano, Eichenbaum, y Evans (1999).

Tabla 2: Principales estudios utilizando VAR hechos en Chile:

Autor y año	Frecuencia, rezagos y variables	Respuesta en:	Producto, Nivel de precios o inflación y Tipo de cambio ante un cambio en la tasa de política
Rosende y Herrera (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo con tres rezagos trimestral y variables respecto a su tendencia (Filtro HP) • Tasa de interés captación reajustable en UF 90-365 días • Tipo de cambio real • Índice de precios al consumidor (IPC) • Agregado monetario M1A • PIB a precios de 1997. 	<p>Un aumento de una desviación estándar en la tasa equivalente a 120pb.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Cae a partir del trimestre 2 hasta el 8, alcanzando un máximo de 1,0% en el cuarto trimestre. • Inflación: Los precios caen cerca de 0,8% al trimestre 2 para comenzar a recuperarse hasta el trimestre 7. 	
Rojas (1993)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo con cuatro rezagos trimestral con variables desestacionalizadas y en logaritmo • Agregados monetarios: Emisión, M1 y M1A • Colocaciones efectivas • Tasa de interés captación 30-89 días no reajustable y captación reajustable en UF entre 90 y 365 días • IPC • PIB • Gasto público • Tipo de cambio real 	<p>Producto: al aumentar la tasa de interés nominal el producto cae entre 0,4% y 0,7% en el periodo 1 reduciendo su efecto durante el primer año para luego volver a caer manteniéndose bajo su nivel inicial.</p> <p>Al aumentar la tasa real el producto comienza a caer desde el primer periodo teniendo su máximo efecto en el cuarto periodo el que se extiende por siete trimestres más.</p>	
Valdés (1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo con tres rezagos mensual • Tasa de política monetaria • Inflación subyacente en 12 meses o brecha entre la inflación efectiva y esperada • Crecimiento anual del IMACEC • Crecimiento anual del dinero M1A • Variación anual del tipo de cambio real • Variable exógena • Variación anual de los términos de intercambio 	<p>Un aumento de una desviación estándar en la tasa de política monetaria de 30pb.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto: el crecimiento en doce meses del IMACEC cae significativamente a partir del mes 4, llegando a un mínimo de -0,5% durante el mes 7 pierde significancia en el 15 • Inflación: la brecha de la inflación subyacente siendo significativa entre los meses 5 y 14, alcanzando su una baja de -0,4% en el mes 8 • Tipo de cambio real: No se ve modificado en forma significativa 	
Calvo y Mendoza (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo con seis rezagos mensual • Tasa de colocación reajustable a 90 días • Logaritmo del IPC • Tipo de cambio real efectivo • IMACEC desestacionalizado • Agregado monetario M1A • Stock de reservas internacionales netas • Términos de intercambio 	<p>Un aumento de 30pb en la tasa de colocación reajustable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto: Cae a partir del cuarto mes pero no muy significativamente • Inflación: Se encuentra un puzzle de precios. • Tipo de cambio: Aunque no muy significativa, el tipo de cambio real se aprecia al cabo de siete meses 	

<p>Caputo y Herrera (1999)</p>	<p>Modelo con uno y dos rezagos mensual</p> <ul style="list-style-type: none"> Tasa de política IMACEC Brecha de inflación M1A real Diferencial entre PRBC8 y PRBC90 	<p>Un aumento de 60pb en la tasa de política monetaria</p> <ul style="list-style-type: none"> Producto: Se contrae 0,8% al noveno mes. Inflación: La brecha muestra una reducción pero no es significativa. Tipo de cambio real: No se incluye
<p>Cabrera y Lagos (1999)</p>	<p>Modelos mensuales con 3, 4, 5 y 6 rezagos</p> <ul style="list-style-type: none"> Brecha definida como la diferencia entre las variaciones anuales del gasto y el PIB Logaritmo del índice de precios de bienes no transables Pagaré reajutable a 90 días (PRBC 90) Pagaré reajutable cupón a ocho años (PRC8) Tipo de cambio nominal en logaritmo Tipo de cambio real definido como relación ente índice de precios transables sobre no transables Logaritmo de los términos de intercambio Dummies estacionales y tendencia determinística 	<p>Un aumento de 50pb en la tasa de política monetaria</p> <ul style="list-style-type: none"> Producto: La brecha gasto-producto cae entre el mes 1 y el 13 pero no es significativa. En su punto máximo llega a 1,0% Inflación: Al tomar el nivel del IPC de no transables la respuesta es negativa y significativa pero al tomar el crecimiento anual del IPC no transable se da el puzzle de precios pues la respuesta es positiva pero no significativa Tipo de cambio real: El nivel del logaritmo del tipo de cambio real aumenta desde el cuarto mes siendo levemente significativa. A los dos años el tipo de cambio real está 1,3% por debajo de su nivel de tendencia
<p>Parrado (2001)</p>	<p>Modelo con cinco rezagos mensuales</p> <ol style="list-style-type: none"> Logaritmo del IMACEC Logaritmo del IPC Logaritmo del precio del petróleo Tasa de interés doméstica Tasa de interés externa (U.S. Fed Fund Rate) y premio por riesgo (EMBI) Logaritmo agregado monetario M1A Logaritmo del tipo de cambio real <p>Modelo con un rezago mensual</p> <ul style="list-style-type: none"> Tasa de inflación y meta Crecimiento anual del producto Variación anual del tipo de cambio real Diferencia de la tasa de interés real Crecimiento anual del dinero 	<p>Un aumento de una desviación estándar en la tasa de política monetaria de 40pb.</p> <ol style="list-style-type: none"> Producto: cae en forma permanente siendo significativa por 18 meses. El máximo efecto se encuentra al décimo mes y supera el 0,6% de caída Inflación: Los precios caen por quince meses teniendo un significativo efecto sobre el nivel de precios Tipo de cambio real: Hay una apreciación que dura ocho meses llegando a 0,5% durante el segundo y tercer trimestre <p>Un aumento de una desviación estándar en la tasa de política monetaria de 20pb.</p> <ul style="list-style-type: none"> Producto: En todas las especificaciones este cae desde el segundo mes siendo significativo del cuarto en adelante. Tiene un efecto de 0,3% hacia fines del primer año Inflación: Ésta cae instantáneamente siendo significativo hasta el cuarto y sexto mes. Tipo de cambio real: Hay un aumento que comienza el primer trimestre pero no significativo.
<p>García (2001)</p>		

3 RESULTADOS

3.1 ESTIMACIONES, REZAGOS Y PROYECCIONES

Considerando la experiencia internacional y nacional, en esta sección se estiman VAR monetarios con las siguientes variables: producto, precios, tasa de política, dinero nominal y tipo de cambio real²⁶. Adicionalmente, al conjunto de variables endógenas, se incorporaron variables exógenas como la meta de inflación, el PIB externo²⁷, la tasa LIBO ajustada por encaje y riesgo país²⁸, y los precios del cobre y del petróleo. Las variables son mensuales y están medidas en logaritmo natural exceptuando la tasa de interés de política y la tasa LIBO. La muestra considerada va desde enero de 1986 hasta diciembre de 2001.

Un punto importante a mencionar es la decisión de considerar la meta de inflación como variable exógena. Esto permite formalizar una de las características de la política estabilización llevada a cabo en Chile: la inflación meta es una variable de política determinada con anticipación, con lo cual la inflación debe converger a esta variable en el largo plazo. Otro punto importante para incluir la meta de inflación como exógena es que esta variable es útil para reducir un problema típico que se da en los VAR monetarios, el puzzle de precios. Efectivamente, en algunas especificaciones, la meta permite identificar correctamente el impacto negativo de la tasa de interés sobre los precios.

La especificación consta de dos partes. Primero, se seleccionaron tres tipos de modelos: en niveles, primeras diferencias y en diferencias anuales. Estas especificaciones cubren la mayoría de los casos presentados en la literatura tanto nacional como internacional. Las variables no fueron desestacionalizadas, por lo que se incluyeron dummies estacionales junto con una tendencia lineal para la estimación en niveles. En todos los modelos la meta fue introducida en términos anualizados. Además, tanto para el modelo en primeras diferencias como en doce meses la tasa de interés de política y la tasa LIBO no fueron diferenciadas.

Segundo, en la selección de las formas reducidas de los modelos VAR se consideraron dos aspectos fundamentales. Inicialmente, se calcularon los tradicionales criterios de Schwarz y Hannan-Quinn para definir el rezago óptimo (ver anexo 1). Estos indicaron que el número de rezagos óptimo está entre uno y dos. Al respecto es importante indicar que en general la literatura de los VAR sugiere evitar un número demasiado largo de rezagos puesto que el número de parámetros crece rápidamente. Así, un exceso de rezagos es señal de problemas de especificación los cuales pueden ser solucionados con la inclusión de nuevas variables²⁹. Sin embargo, la misma literatura señala que la estructura de los VAR debe cumplir con un criterio mínimo como lo es la ausencia de autocorrelación. Esto es especialmente importante si se desea realizar ejercicios de impulso respuesta donde se busca una explicación estructural de los shocks. En otras palabras, para hacer un análisis estructural hay que separar el modelo en dos componentes independientes: la parte sistemática, es decir, la forma reducida con los rezagos respectivos, y los errores, los cuales pueden tener una interpretación estructural. Esta separación requiere que toda la forma reducida del modelo sea extraída de los errores para que en estos sean sólo shocks estocásticos. En los modelos donde se usan series de tiempo, es común que la autocorrelación se genere por un problema de especificación causada por la falta de rezagos. Para solucionar este problema se utilizó un test LM multivariado propuesto por Johansen³⁰ (1995). Al respecto, los resultados de la Tabla 3 indican que los VAR deben expandirse hasta tres rezagos adicionales para no rechazar la hipótesis de no autocorrelación.

En seguida, otro elemento importante para juzgar la capacidad del VAR es la calidad de las proyecciones. Éstas se realizaron de la siguiente forma: primero, se estimaron los VAR hasta diciembre de 1998 y luego se

26 Corresponde al tipo de cambio real bilateral con los Estados Unidos.

27 Este se construyó con las producciones industriales de los Estados Unidos, Alemania, Japón y Brasil. En el caso de Argentina, se mensualizó la serie de PIB trimestral. Para completar el índice, cada serie fue ponderada por su participación en el comercio internacional con Chile.

28 Para reducir el exceso de volatilidad en el riesgo país se consideró un promedio móvil de seis meses.

29 Johansen, 1995.

30 Ver anexo 1.

hicieron proyecciones fuera de muestra hasta diciembre del 2001. Con relación a las variables exógenas, éstas no fueron proyectadas y se consideraron los valores efectivos³¹. Por otra parte, para medir la precisión de las proyecciones, se estimaron intervalos de confianza de dos desviaciones estándar usando el método de Monte-Carlo (ver Gráfico 1). Los resultados de las proyecciones indican que en la mayoría de los episodios las series efectivas estuvieron dentro del intervalo de confianza del 95%, sólo el modelo en niveles tiene problemas para proyectar el tipo de cambio real.

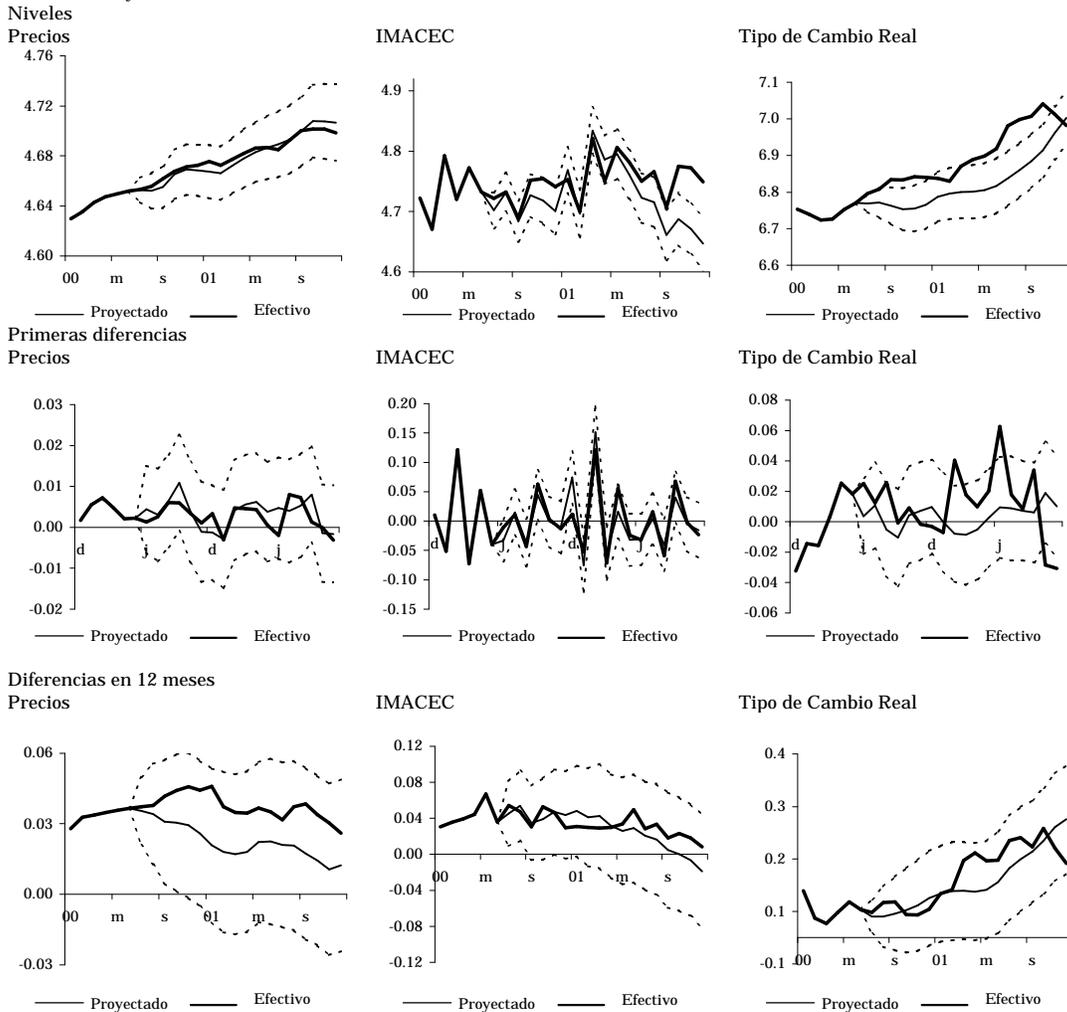
Tabla 3
Número de Rezagos

Modelos VAR	Criterio de Schwarz (SC)	Ajustado por Autocorrelación
Niveles	2	5
Primeras Diferencias	1	5
Diferencias en 12 Meses	2	4

Notas:

- (i) El criterio de Hannan-Quinn entregó los mismos resultados que el criterio de Schwarz
- (ii) La autocorrelación fue testeada con un test LM (Johansen, 1995)

Gráfico 1: Proyecciones de variables económicas seleccionadas



31 De esta forma la “efectividad” de las proyecciones a realizar con estos modelos dependen crucialmente de la calidad de las proyecciones de las variables exógenas, especialmente de aquellas que conforman el escenario internacional que enfrenta la economía chilena.

3.2 IDENTIFICACIÓN

Para interpretar las funciones de impulso respuesta como el resultado de shocks económicos estructurales, en esta sección se especifican tres conjuntos de supuestos de identificación para determinar la simultaneidad de todas las variables que forman el SVAR. En primer lugar, de la amplia literatura relacionada con identificación de shocks monetarios³², se eligió identificar sólo la función de reacción del Banco Central. De esta forma, las variables fueron divididas en tres conjuntos recursivos³³: (1) las variables que no son afectadas contemporáneamente por las variables de política, (2) las variables de política y (3) otras variables que son contemporáneamente afectadas por las variables de política. En otras palabras, la función de reacción del Banco Central es identificada dividiendo a las variables que pueden o no ser afectadas contemporáneamente por las variables de política. Para ilustrar esto, se supone que la economía enfrenta un shock inflacionario el cual es difícil de modificar contemporáneamente. Una reacción posible del Banco Central es aumentar la tasa de interés, lo cual afectará a las otras variables. Si bien esta reacción no afecta a la inflación en forma contemporánea, esta variable podría ser modificada en los periodos siguientes producto de un cambio total dentro del sistema.

Segundo, entre las dos variables de política, se supone una sucesión realista de eventos: el Banco Central define primero una meta inflación, la cual entra exógenamente en el VAR, y, después de eso, la tasa de interés. Este supuesto es consistente con el hecho que la tasa de interés ha sido usada como una política de *fine-tuning*. Finalmente, el dinero es endógenamente determinado en el mercado una vez que el Banco Central fija la tasa de interés y las expectativas de inflación.

Tercero, entre las tres variables que no son de política se supone la siguiente recursividad: producto, inflación y tipo de cambio real³⁴. El supuesto detrás de este orden es que la información de producción se obtiene con muchos rezagos y que la tasa de inflación tiene un alto grado de inercia por el nivel de indexación que ha mostrado la economía chilena³⁵. Por tanto, ambas pertenecen al grupo de variables que el Banco Central no puede afectar contemporáneamente. Finalmente, el tipo de cambio real está en el último lugar, puesto que el Banco Central podría afectarlo rápida y contemporáneamente a través de la conexión existente entre el tipo de cambio nominal, la tasa de interés y las intervenciones en el mercado cambiario.

La tabla 4, indica las especificaciones para cada uno de los modelos VAR considerados. En ellas se establece el orden y las variables exógenas. En éstas, el orden fue elegido de tal manera de reducir los problemas de autocorrelación. Finalmente, se calculó el intervalo de confianza de una desviación estándar para cada función de impulso respuesta por el método de Monte-Carlo. Los shocks del tipo de cambio son de un 1,0% y para el caso de la tasa de interés son de 100pb, es decir, un shock en la tasa de interés eleva esta variable, por ejemplo, de 5,0% a 6,0%.

32 Por ejemplo Sims(1986), Bernanke (1986), Sims y Zha (1995) y Leeper, Sims y Zha (1996).

33 Basado en Christiano, Eichenbaum y Evans (1999).

34 Sims(1992), Clarida y Gertler (1994) y Cochrane (1998), entre otros autores, han usado este orden para describir la economía de EE.UU.

35 Jadresic, 1996.

Tabla 4

Especificaciones utilizadas en los modelos VAR

Modelo en Niveles	Ly, lipc, TPM, lm1a, ltrc & ¹ loil(0 a -5), lpcu(0 a -5), 0 a -5), lyext(0 a -5), meta, dummies estacionales, constante y tendencia.
Modelo en Primeras diferencias	D1ly, d1lipc, TPM, d1lm1a, d1ltrc & ¹ d1loil(0 a -5), d1lpcu(0 a -5), tint(0 a -5), d1lyext(0 a -5), meta, dummies estacionales y constante.
Modelo en variaciones en doce meses	d12ly, d12lipc, TPM, d12lm1a, d12ltrc & ¹ d12loil(0 a -2), d12lpcu(0 a -2), tint(0 a -2), d12lyext(0 a -2), meta, dummies estacionales y constante.

1: A partir de “&” aparecen las variables exógenas.

ly es el logaritmo del IMACEC,

lipc es el logaritmo del índice de precios al consumidor,

TPM es la tasa de política,

lm1a es el logaritmo del dinero ampliado M1A,

ltrc es el logaritmo del tipo de cambio real,

loil es el logaritmo del precio del petróleo con diversos rezagos,

lpcu es el logaritmo del precio del cobre con diversos rezagos,

tint es la tasa de interés internacional con diversos rezagos,

lyext es el producto de nuestros principales socios comerciales,

meta es la meta de inflación

dummies son aquellas variables que se identifican con cada mes.

El símbolo *dl* se utiliza para clasificar a las series en primeras diferencias y el *d12* para las series en variación año a año.

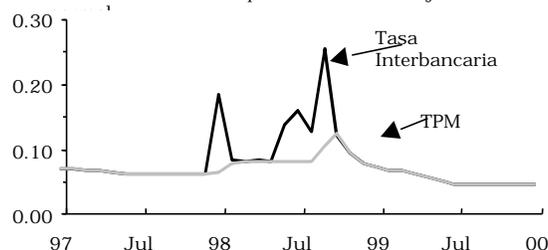
3.3 SHOCK EN LA TASA DE POLITICA Y SHOCK EN EL TIPO DE CAMBIO REAL

En el gráfico 3 se presenta el impacto de un aumento de 100pb de la tasa de interés sobre el producto, la inflación y el tipo de cambio real. Al respecto, varios comentarios son importantes de mencionar:

- i) El primero tiene que ver con la apropiada identificación de la política monetaria. Durante 1998, los esfuerzos para defender el peso causaron que la tasa efectiva (interbancaria) fuera mucho más alta que la tasa de política anunciada durante ese periodo (TPM). Para capturar este efecto, la tasa de política monetaria fue ajustada por liquidez. Como resultado, se obtuvo una tasa de interés que alcanzó en promedio 13% para 1998 y con episodios donde llegó hasta 25% (septiembre), en cambio la TPM bordeó sólo el 9% (ver gráfico 2). Con todo, el impacto sobre la inflación y el IMACEC son sustancialmente menores a los efectos reportados por otros autores que han estimado VAR monetarios. Por ejemplo, se repitió un shock de 100pb en la tasa de interés pero estimando el modelo para el periodo 1986-1997. El efecto máximo de un shock de la tasa de interés sobre la inflación durante este periodo es entre dos veces (modelo en niveles) y ocho veces más grande (modelo en primeras diferencias) que las estimaciones que incorporan los últimos cuatro años. En el caso del producto, para todo los modelos esta diferencia es de hasta cinco veces más alto.

Por otra parte, si los modelos son estimados hasta 2001 pero sin ajustar la TPM por liquidez, un shock en la tasa de interés produce un impacto desmedido sobre el producto, la inflación y el tipo de cambio. En el caso de la inflación, el efecto máximo de este shock está entre tres veces (modelo en niveles) y seis veces (modelo en primeras diferencias). Para el IMACEC, el efecto es aproximadamente tres veces más grande (modelo en niveles). Por último, las fluctuaciones en el tipo de cambio real son aún mayores, el impacto máximo es por lo menos cinco veces más alto (modelo en 12 meses).

Gráfico 2:
Evolución de la tasa de política monetaria ajustada



- ii) Los resultados obtenidos indican que tanto el producto (IMACEC) como el nivel de precios no cambian sustancialmente en los primeros meses, con fluctuaciones irregulares y cercanas a cero en términos estadísticos como respuesta a un shock en la tasa de interés (Gráfico 3). Luego, el efecto se hace sentir negativamente primero en el IMACEC (nueve meses) y luego en los precios (13 meses adelante). Este resultado es estadísticamente significativo en todos los casos. La comparación entre modelos se deja para la Sección 3.5, una vez que se haya presentado el VAR con cointegración. Por otra parte, el efecto sobre el tipo de cambio real es el esperado, este se aprecia inicialmente para luego depreciarse.
- iii) Se probó la fortaleza de la estrategia de identificación siguiendo la metodología propuesta por Amisano y Giannini (1996). Una vez identificada la matriz con los efectos contemporáneos entre las variables endógenas del modelo (ver Anexo 1), se eliminaron algunos coeficientes no significativos, especialmente en la ecuación de la tasa de interés donde se eliminó el coeficiente contemporáneo de la inflación y del producto³⁶. Sin embargo, los resultados de los impulsos respuesta se mantuvieron prácticamente inalterados para los modelos. Esto significa que lo más importante en este ejercicio empírico es el orden de las variables más que imponer restricciones adicionales a éstas. Como se explica en el Anexo 1, es posible, que estos coeficientes sean estimados imprecisamente, con lo cual es preferible centrarse en la significancia estadística de los intervalos de confianza de las funciones impulso respuesta para determinar la validez de los impactos de los shocks estructurales.
- iv) Para chequear la sensibilidad de los resultados a distintas especificaciones de rezagos se estimaron los modelos SVAR con 2 y 12 rezagos, respectivamente. Con la primera especificación, la cual no pasa el test de autocorrelación, tenemos que los resultados son más bien débiles. En la especificación en niveles, el impacto de un shock en la tasa de interés sobre el IMACEC es levemente significativo y en los precios se presenta el puzzle de precios, sin embargo el impacto sobre el tipo de cambio se mantiene. Por otra parte, el modelo en primeras diferencias no entrega resultados interesantes sobre los precios pero mantiene los relativos al IMACEC con relación al modelo de la sección 3.1 (modelo base). En la última especificación, en doce meses, el efecto de la tasa de interés en los precios es no significativo y en el tipo de cambio real es un 50% menor. Por el contrario, el efecto sobre el producto es levemente menor respecto al modelo base.

Con la segunda especificación, 12 rezagos, el exceso de parametrización mantiene inalterado el impacto de la tasa de interés sobre los precios pero fortalece el efecto sobre el IMACEC en todos los modelos, pasa de 0,2% a 0,4% (modelo en niveles y en doce meses) y 0,6% (modelo en primeras diferencias). Distinto es el caso del tipo de cambio, donde la depreciación posterior se ve reforzada. Como se desprende de esta sección, el orden de los rezagos importa: la falta de estructura o el exceso de esta tiende a debilitar o reforzar los efectos encontrados, respectivamente.

36 Esta es una alternativa que usa Parrado (2001).

- v) Otro resultado que fue chequeado es la inclusión de la inflación meta como variable exógena. La estimación de los SVAR sin inflación meta, es decir, suponiendo que esta variable es completamente endógena, mostró dos resultados importantes. Primero, las trayectorias del producto y el tipo de cambio real se mantienen. Segundo, la trayectoria de los precios tendió a mostrar un puzzle, especialmente en el modelo en niveles y en menor grado en el modelo en primeras diferencias. Este resultado está en línea con los obtenidos por otros autores que han mostrado³⁷ que la inclusión de la meta resuelve este puzzle.
- vi) Cuando los modelos fueron estimados con el IMACEC antiguo (base 1986) los resultados son en términos generales muy similares a los obtenidos con el nuevo IMACEC (base 1996). Con lo cual, las diferencias de los efectos de la tasa de interés sobre variables macroeconómicas claves con respecto a otros trabajos es principalmente por el ajuste en la tasa de interés más que por usar una serie de actividad económica con un año base distinto.

El gráfico 4 se presenta el impacto de un aumento temporal de 1,0% del tipo de cambio real sobre los precios y el IMACEC. En este caso resaltan dos resultados:

- i) En todos los casos el tipo de cambio está asociado a una inflación mayor que es significativa y que comienza entre el quinto (modelo en doce meses) y noveno mes (modelos en niveles). Sin embargo, el traspaso para un shock transitorio, es más bien bajo y su rango está entre 10% (primeras diferencias y niveles, este último en términos acumulados) y 15% (diferencias anuales)³⁸. Este es un resultado tiende a repetirse en estimaciones recientes de modelos más estructurales como la curva de Phillips³⁹, donde la existencia de mercados no competitivos ocasiona que los márgenes se ajusten para acomodar las fluctuaciones cambiarias. Por último, en términos del IMACEC, el impacto de corto y mediano plazo de una depreciación real es contractivo en todos los modelos.
- ii) Con el objetivo de chequear si el bajo impacto sobre los precios es causado por el bajo nivel de actividad económica que ha afectado el desempeño de la economía chilena en los últimos años, se estimó el modelo sólo hasta 1997. En este caso, las diferencias no son tan fuertes como las encontradas con el impacto de la tasa de interés sobre el resto de la economía. Por ejemplo, el traspaso sube aun rango que va desde 24% (primeras diferencias) hasta 10% (niveles).

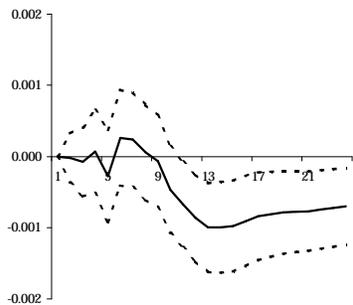
37 Valdés, 1997 y García, 2001.

38 Medido en todos los modelos como el efecto máximo en el tipo de cambio dividido por 1%.

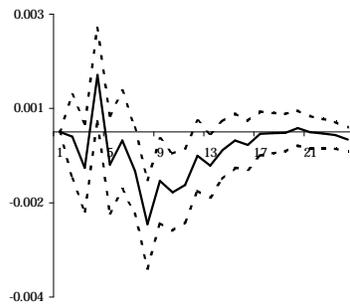
39 García y Restrepo, 2001.

Gráfico 3: Funciones de impulso respuesta 1986-2001
 Efecto de un shock de 100pb en la tasa de política sobre:

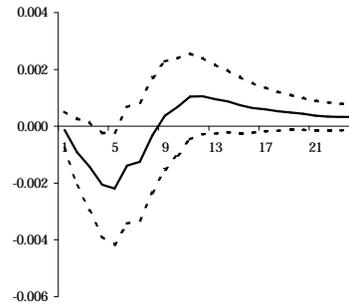
Nivel



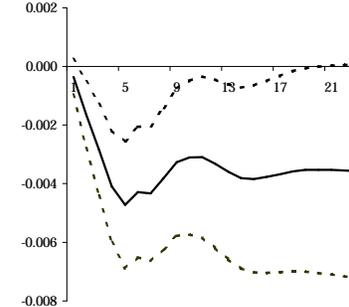
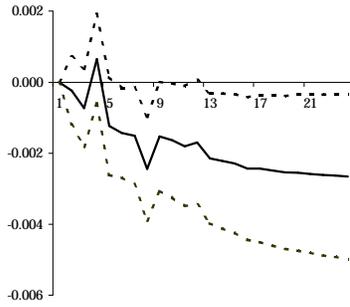
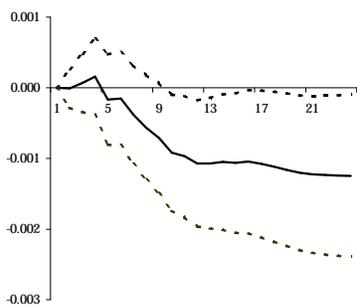
IMACEC



Tipo de Cambio Real



Primeras Diferencias



Diferencias en 12 meses

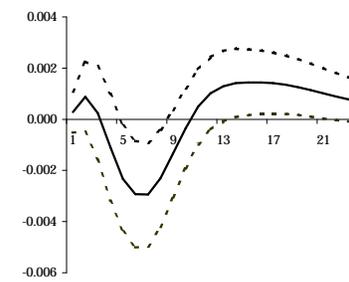
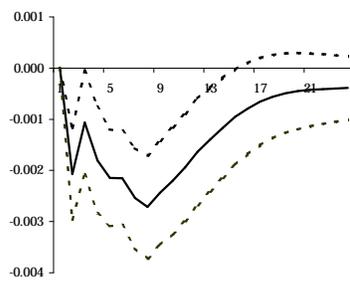
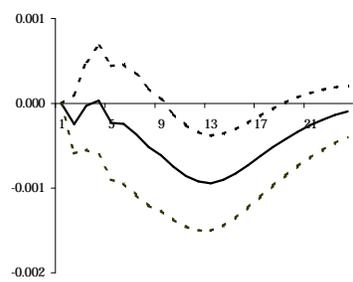
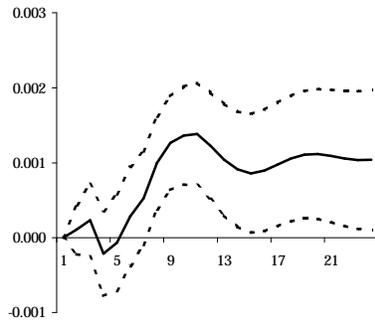


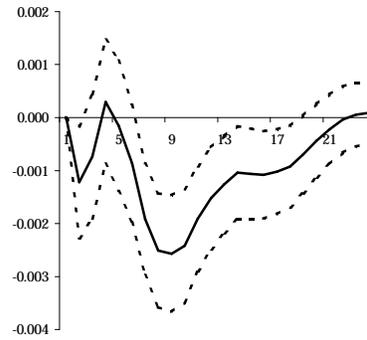
Gráfico 4: Funciones de impulso respuesta.

Efecto de un shock de 1% en el tipo de cambio real sobre:

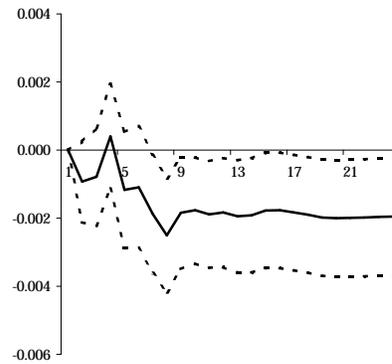
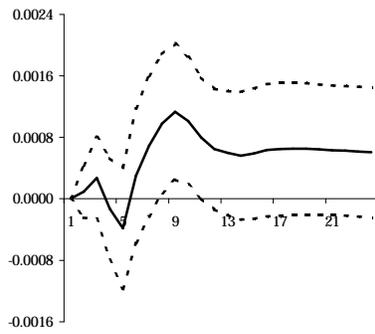
Nivel de Precios



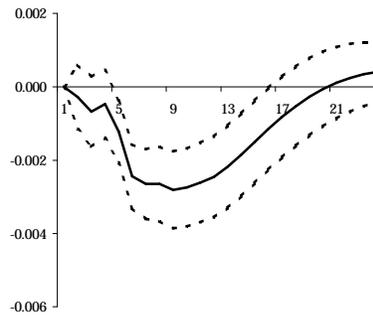
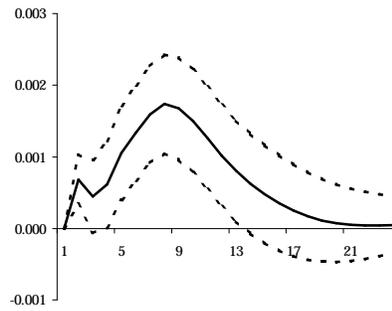
IMACEC



Primeras Diferencias



Variación en 12 meses



3.4 COINTEGRACIÓN (VEC)

Ahora bien, a diferencia de los modelos de las secciones anteriores, en el VEC se supone que hay ciertas relaciones de largo plazo (vectores de cointegración) que determinan la evolución de alguna de las variables del sistema. Así, si las series, por ejemplo, poseen una raíz unitaria, es posible que exista una combinación lineal entre las variables que sea estacionaria. En otras palabras, a pesar de que las series tengan una raíz unitaria, es decir, poseen una tendencia estocástica, éstas se mueven juntas a través del tiempo. En la Tabla 5 se muestra el test de raíz unitaria de ADF para las distintas series que fueron consideradas en los VAR monetarios de la sección anterior. Una dificultad con los tests de raíz unitaria es que son de escaso poder y por tanto deben considerarse con cuidado⁴⁰. Teniendo en cuenta este hecho, se tiene que en todas las series no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al 10%. Por lo tanto, esta evidencia da espacio para inspeccionar la posibilidad de cointegración entre las variables endógenas del VAR monetario.

Tabla 5

Test de Raíz Unitaria

Variable	ADF calculado	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%	Número de Rezagos
Lipc*	-0,33	-3,43	-3,14	7
D1lipc*	-5,43	-3,44	-3,14	4
Ly*	-0,47	-3,43	-3,14	12
TPM **	-2,64	-2,88	-2,58	11
Lm1a-lipc*	-2,95	-3,43	-3,14	12
Ltcr**	-1,27	-2,88	-2,58	1

* Test incluyó constante y tendencia

** Test incluye sólo constante

La búsqueda de vectores cointegración debe ser guiada esencialmente por la teoría económica. Por ejemplo, en el contexto de VAR monetarios, Hendry y Doornik (1994) y Johansen y Juselius (2000), han identificado, para algunos países europeos, vectores de cointegración semejantes a las relaciones básicas que se derivan de un modelo IS-LM-Oferta agregada. Por otra parte, Garrat, Lee, Pesaran y Shin (2001) han identificado para el caso de Inglaterra las relaciones de arbitraje de los modelos de equilibrio general tales como la paridad del poder de compra (PPP) y la paridad no cubierta de la tasa de interés (UIP). Ambos enfoques fueron probados con datos de la economía Chilena, obteniéndose mejores resultados con el primer enfoque. Por otro lado y al igual que en los modelos de las secciones anteriores, se usó la misma muestra y variables endógenas, pero reemplazando el dinero nominal por el dinero en términos reales. En las variables exógenas hubo sólo un cambio: las dummies estacionales fueron reemplazadas por dummies centradas en cero para evitar contribuir a la tendencia⁴¹. En relación con el orden de los rezagos, se tomó como referencia el número de rezagos del modelo en primeras diferencias, cinco, puesto que el VEC también se estima en primeras diferencias.

La tabla 6 indica el test de cointegración suponiendo una constante en el vector de cointegración⁴², supuesto recomendado cuando las series muestran una tendencia temporal como el IMACEC y el dinero. Los resultados de la tabla indican que el test detecta dos vectores de cointegración al 5%. Para indagar cuáles pueden ser los vectores de cointegración, la Tabla 7 muestra los vectores *no* restringidos. En el primer vector (primera fila de la tabla), se observa que la magnitud de los coeficientes para el IMACEC y el dinero real son similares pero

40 Harris, 1995.

41 Por ejemplo, Johansen 1995 prueba que con dummies estacionales normales, estas variables crecerán linealmente a una tasa de 1/12, con lo cual se afecta los supuestos sobre los componentes determinísticos de la relación de cointegración.

42 En el Anexo 1 se explican los detalles que involucra la técnica de cointegración.

con el signo opuesto, lo que indicaría que el primer vector de cointegración corresponde a la demanda por dinero⁴³.

Tabla 6
Test de Rango de Cointegración

No. De Vectores de Cointegración	Valor Propio	Traza	5%	1%
Ninguno	0,19	39,98	33,46	38,77
Al menos 1	0,13	25,70	27,07	32,24
Al menos 2	0,08	16,20	20,97	25,52
Al menos 3	0,04	6,80	14,07	18,63
Al menos 4	0,00	0,01	3,76	6,65

Tabla 7
Coeficientes de Cointegración no Restringidos

Ly	d1lipc	TPM	lm1ar	Ltcr
35,5	-265,4	-13,8	-32,4	2,7
4,7	138,4	44,6	-0,7	6,0
13,0	296,1	-40,4	-8,1	-6,4
2,1	1,2	-22,9	2,3	4,1
-0,3	-60,3	-0,2	-2,0	-11,6

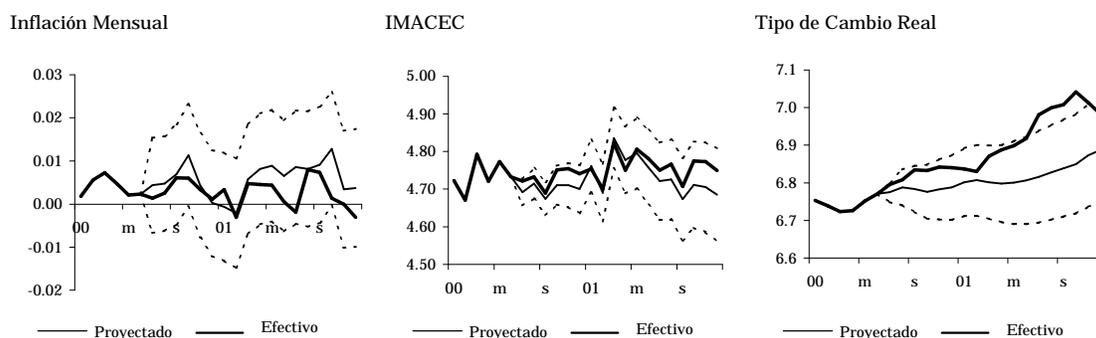
En este tipo de VAR monetarios, la experiencia internacional indica que aparece una segunda relación de cointegración que relaciona inflación, producto y tasa de interés. Suponiendo neutralidad en el largo plazo de la política monetaria, en la segunda ecuación se normalizó la inflación igual uno y con excepción de la tasa de interés se restringieron los coeficientes del resto de las variables a ser igual a cero. La Tabla 8 indica que hay una relación negativa de largo plazo entre inflación y tasa de política.

43 Este fue un argumento para incluir dentro de las variables endógenas la inflación en vez del nivel de precio. Así esta variable más la tasa de política, expresada en términos reales, son una proxy para el costo alternativo del dinero.

Tabla 8		
Vectores de		
Cointegración	Ecuación de LM1AR:	Ecuación de d1LIPC:
ly	1,0	0
d1lipc	-7,3	1,0
	[- 2,0]	
TPM	0	-0,1
		[- 5,6]
lm1ar		0
lcr	0	0
Test LR de las restricciones :		
Chi-cuadrado	6,7	
Probabilidad	15%	
[] indica el test-t. Los coeficientes sin este test indica que se impuso una restricción. Por último, las constantes se omitieron.		
Se usan los mismos nombres que en la Tabla 4.		

Una vez estimados los vectores de cointegración, se volvió a estimar nuevamente el VEC pero considerando ahora las restricciones de la Tabla 8 las cuales no se rechazan al 5%. El Gráfico 5 evalúa la calidad de las proyecciones del nuevo modelo. En general, las series efectivas están dentro del intervalo de confianza de 95%. El modelo es particularmente bueno en proyectar la inflación mensual y IMACEC. Con el tipo de cambio real, los resultados no son tan buenos y la proyección es imprecisa.

Gráfico 5: VEC Proyecciones de variables económicas seleccionadas



Los impulso respuesta para shocks en la tasa de política y el tipo de cambio real se muestran en los gráficos 6 y 7. Las funciones de impulso respuesta se obtuvieron suponiendo la misma estrategia de identificación que los SVAR, es decir, se identificó sólo la función de reacción del Banco Central. Los resultados son similares a los obtenidos con los SVAR respecto a la forma de los efectos, pero estos tienen magnitudes mayores⁴⁴. Aún así y considerando que el shock es de 100pb, los efectos continúan siendo bastante menores a los resultados obtenidos en los trabajos que se resumen en la Sección 2.

44 Los intervalos de confianza fueron calculados con el método de Bootstrap y corresponden a 1000 repeticiones. Para más detalles ver Benkwitz, Lütkepohl, y Wolters (1999).

Gráfico 6: Funciones de impulso respuesta.
Efecto de un shock de 100pb en la tasa de política sobre:
IMACEC

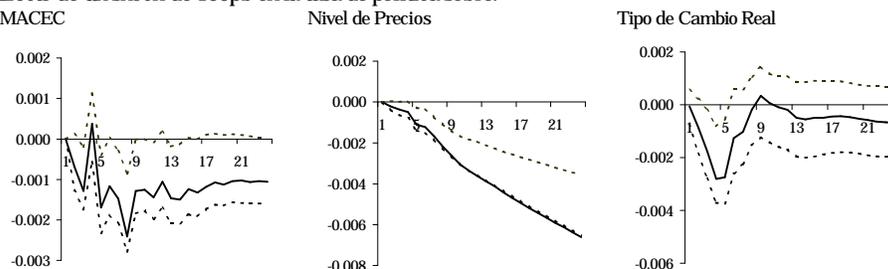
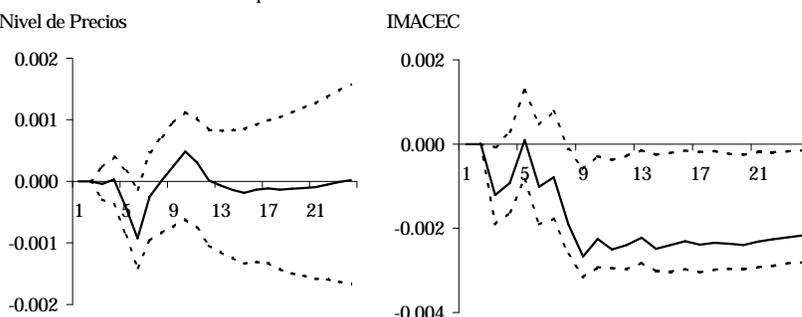


Gráfico 7: Funciones de impulso respuesta.
Efecto de un shock de 1% en el tipo de cambio real sobre:
Nivel de Precios



3.5 COMPARACIÓN ENTRE MODELOS.

3.5.1. FUNCIONES DE IMPULSO RESPUESTA TRIMESTRALES

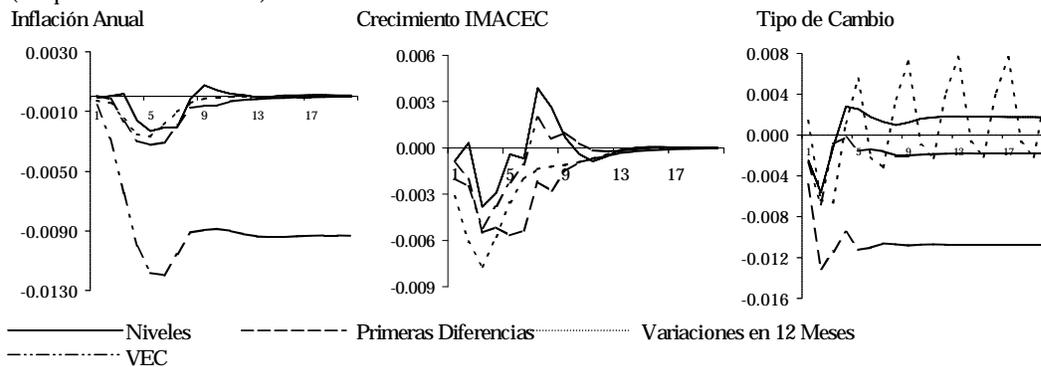
Para poder comparar entre los diferentes modelos, los precios y el IMACEC se presentan como crecimientos anuales y el tipo de cambio real se presenta en niveles. La unidad de tiempo es trimestral y el shock sobre la tasa de interés es de 100pb durante todo un trimestre. En primer lugar, los tres modelos SVAR indican que la inflación se reduce en un rango entre -0,3% y -0,1% y la política monetaria alcanza su máximo efecto en reducir la inflación entre el cuarto y el sexto trimestre. Lo cual es un rango intermedio entre los resultados de Valdés (1997), Herrera y Rosende (2001), García (2001) y Parrado (2001). Otro punto importante de mencionar es que en los SVAR el efecto estabilizador es transitorio, en cambio en el VEC la caída de la inflación es excesivamente mayor, para estabilizarse en una permanentemente deflación de -1,1%, lo cual es un resultado contradictorio.

En segundo lugar, la caída del IMACEC fluctúa en un rango entre -0,4% y -0,9%. Sólo el modelo SVAR en niveles está cerca de la cota superior, los otros tres modelos, incluido el VEC, están más cercanos a la cota inferior. En todos los modelos, el efecto contractivo se concentra a fines del primer año, luego tienen comportamientos disimiles. El modelo en niveles muestra una rápida recuperación del producto después del quinto trimestre. Por el contrario, los modelos en primeras diferencias y en diferencias anuales no indican periodos de auge, con lo cual se dan pérdidas de bienestar al no retornar el IMACEC a su nivel inicial. La escasa estructura teórica de los VAR impide capturar la probable neutralidad de la política monetaria, por lo tanto se debe considerar que los impulsos de estos modelos son sólo aproximaciones empíricas de modelos teóricos más precisos. Aún así, estos dos modelos son útiles para cuantificar el impacto inicial de la política monetaria.

Este resultado en conjunto con los de la inflación indica un claro patrón para la transmisión monetaria. Cuando el Banco Central sube la tasa de interés, la primera variable en ser afectada es el producto. Luego, cuando la inflación comienza a ceder entre un año y un año y medio, el nivel actividad entra en una fase de recuperación. Desde una perspectiva de modelación con VAR, el modelo estimado en niveles es el que entrega resultados más razonables, especialmente en lo que se refiere al comportamiento del IMACEC y a la magnitud de la inflación. Con todo, un shock de 100pb tiene un máximo impacto sobre la inflación de -0,2% y de -0,4% en el IMACEC.

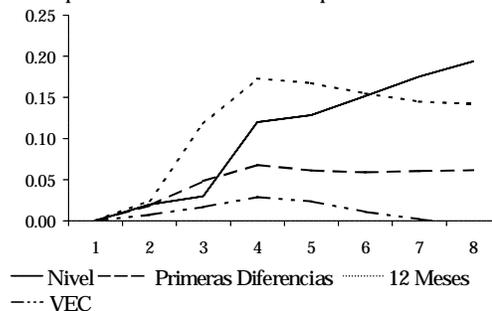
En el caso del tipo de cambio real, en todos los modelos, este se aprecia para luego depreciarse. Nuevamente el modelo en niveles genera una trayectoria consistente con la teoría económica, el tipo de cambio se aprecia hasta un 0,4% en los dos primeros trimestres para luego depreciarse.

Gráfico 8:
Evolución Trimestral de Variables Seleccionadas en los Modelos Mensuales por un Shock de Tasa de Interés
(100 pbs durante un trimestre)



Con el objetivo de medir el *pass-through*, se realizó el ejercicio contrafactual de aumentar permanentemente la constante de la ecuación de tipo de cambio real en 1,0%, lo que se interpreta como una depreciación real permanente. Como el coeficiente de *pass-through* se define como la razón entre los precios y el tipo de cambio nominal, este se obtuvo suponiendo que la inflación de EE.UU. se mantiene constante. Se puede notar que sólo el SVAR en niveles y en menor medida el modelo en doce meses capturan una respuesta razonable de los precios. Estos resultados indican que el *pass-through* en la economía chilena es bastante bajo y en torno al 18% en un horizonte dos años.

Gráfico 9: Pass-Through
Efecto sobre los precios de un aumento permanente de 1% del tipo de cambio real con tasa de política constante



3.5.2. ¿QUÉ NOS DICE LA HISTORIA?

Finalmente, se compara los efectos del shock en la tasa de interés trimestral encontrados a partir de las distintas especificaciones con los episodios más relevantes de cambios en la tasa de política monetaria desde 1986 al 2000 (Tabla 9). Ésta es una forma diferente de identificar los shocks de la política monetaria a través de episodios históricos, bajo el supuesto que en estos episodios el único shock que afectó a la economía fue el de la tasa de interés. Tomando esto en consideración, se ha incluido en la Tabla 9 la brecha de inflación (inflación efectiva menos la meta), la brecha de crecimiento (crecimiento del PIB trimestral menos crecimiento PIB potencial) y las variaciones del tipo de cambio real. Así, el objetivo es mostrar, en primer lugar, cuál fue el impacto de tales reducciones o alzas en la tasa de interés sobre el producto, inflación y tipo de cambio y por otro tratar de hacer una analogía entre la evolución efectiva y los resultados reportados en las funciones de impulso respuesta de los modelos.

Primero, la tabla 9 indica que ante aumentos en la tasa de política la inflación anual (respecto de la meta) cae con relación a un trimestre antes que el Banco Central aumentara la tasa de interés. Al respecto, dos observaciones, la política de tasa de interés parece ser más efectiva a comienzos de los noventa y el impacto de las reducciones están más concentradas durante el primer año que después. Así, de los cinco episodios de aumentos importantes en la tasa de interés, en cuatro de ellos el efecto más fuerte se dio a fines del primer año y en tres episodios las reducciones continuaron por tres años más.

Respecto del PIB trimestral, este sufre contracciones durante el primer año, para luego crecer respecto de su nivel potencial. Este patrón se da para cuatro de las cinco contracciones observadas durante los noventa. Además, en términos relativos, el efecto contractivo de la política monetaria también se reduce en la medida que transcurre la década de los noventa y la tasa de política, ajustada por liquidez, sufre aumentos más pronunciados.

Segundo, las reducciones de tasa de interés siguen a periodos de tasas altas, especialmente para los episodios de 1990.I, 1998.I y 1998.III, los cuales fueron seguidos por reducciones de tasas en los episodios 1990.IV, 1998.II, y 1998.IV. De esta manera, durante estos últimos episodios se observan también reducciones de la brecha de inflación dentro del primer año, los cuales se revierten después de dos años. El efecto de las reducciones sobre el crecimiento del PIB parece ser diferente, en efecto, las menores tasas tienden a fortalecer la recuperación del PIB.

Finalmente, en la tabla 9 los episodios con aumentos en la tasa de interés⁴⁵ generalmente están asociados con apreciaciones y luego con depreciaciones. En dos de los cinco episodios (1990.I y 1998.III) la apreciación se dio en el trimestre que ocurre el shock de política, en los otros episodios este efecto se da durante el primer año.

45 Para el año 1998 se considera la tasa interbancaria.

Tabla 9**Episodios Históricos**

Episodios	Shock en la tasa de interés												
	Inflación-Meta				$Y_{t+4}-Y_t-(Y^*_{t+4}-Y^*_t)$				TCR _{t+4} -TCR _t				
	4 trim antes	A 4 trim.	A 8 trim.	A 12 trim.	4 trim antes	A 4 trim.	A 8 trim.	A 12 trim.	1 trim antes	A 1 trim.	A 4 trim.	A 8 trim.	
1986.II	Aumento 130 pb.	---	1.75	-1.64	-2.20	---	-1.53	-2.46	6.15	-2.32	0.82	-0.98	1.64
1990.I	Aumento 190 pb.	0.58	-4.71	0.02	-2.63	0.97	-4.93	4.24	-0.13	-1.50	-3.70	-3.08	-12.29
1990.IV	Reducción 100 pb.	-1.72	-1.78	-2.65	0.60	-5.51	4.26	2.09	-3.34	-0.22	3.25	-2.08	-8.40
1996.II	Aumento 100 pb.	0.68	-0.67	0.16	-0.57	0.45	0.17	1.50	-7.43	-2.15	0.12	-0.85	3.96
1998.I	Aumento 550 pb.	0.11	-0.72	-0.35	0.92	3.54	-6.67	2.06	0.38	5.41	0.30	5.72	10.94
1998.II	Reducción 150 pb.	0.16	-0.57	0.06	0.56	1.50	-7.43	2.58	0.31	0.30	2.40	5.70	11.54
1998.III	Aumento 800 pb.	0.11	-1.23	0.39	0.59	-1.03	-5.34	2.30	-0.01	2.40	-1.75	9.31	15.36
1998.IV	Reducción 820 pb.	-0.26	-1.89	0.97	---	-6.56	0.51	1.24	---	-1.75	4.77	14.87	19.68
1999.I	Reducción 293 pb.	-0.72	-0.35	0.92	---	-6.67	2.06	0.38	---	4.77	0.28	5.22	15.81
1999.II	Reducción 130 pb.	-0.57	0.06	0.56	---	-7.43	2.58	0.31	---	0.28	6.02	5.84	20.83
1999.III	Reducción 105 pb.	-1.23	0.39	---	---	-5.34	2.30	---	---	6.02	3.80	6.05	24.35

4. CONCLUSIONES

En este estudio se resumen algunos resultados sobre la transmisión monetaria y el efecto del tipo de cambio encontrados en la literatura internacional y en Chile que usan VAR monetarios. El primer objetivo fue dar un marco general para el análisis de esta metodología y cómo ésta puede ser usada para el diseño y seguimiento de la política monetaria. El segundo objetivo es desarrollar algunos modelos VAR para entender como se da en la práctica la transmisión de la política monetaria en Chile y cuál es la magnitud del *pass-through* del tipo de cambio a precios.

Los resultados obtenidos indican que la evidencia internacional con VAR monetarios es variada y está fuertemente influenciada por las realidades de cada país. En términos generales, una política monetaria contractiva está asociada primero a una desaceleración del producto y una apreciación del tipo de cambio. Después la inflación cae, el tipo de cambio tiende a depreciarse y el producto vuelve a su nivel potencial. En la mayoría de los casos, la política monetaria toma más de dos años para alcanzar su máximo efecto en reducir la inflación (número de rezagos). Por otra parte, el *pass-through* también fluctúan fuertemente entre países, por ejemplo México se encontró que es de aproximadamente 70%, en cambio en países como Australia y Nueva Zelanda este no superó el 14%.

Con relación a la experiencia chilena, los trabajos encuentran que la transmisión monetaria se da en un amplio rango. La mayoría de los autores encuentra que la política alcanza su máximo efecto dentro del primer año (por ejemplo Valdés, 1997). Sin embargo, estimaciones más recientes postergan este efecto hasta fines del segundo año, (Parrado, 2001). En todos los casos, este efecto, con relación a la evidencia internacional, es importante tanto en términos de reducción de la inflación como en caída del producto. Por otra parte, los autores que incorporaron meta de inflación (Valdés, 1997 y García, 2001) encontraron que a través de esta variable se elimina el puzzle de precios encontrado en otros países y se explica sustancialmente la caída de la inflación durante los noventa. Respecto del *pass-through*, no existen muchos trabajos que hayan tratado el tema desde una perspectiva de VAR monetarios. Uno de ellos, Calvo y Mendoza (1999), encuentra que estaría en torno al 25%.

Aquí se estimaron cuatro VAR, tres con restricciones estructurales de corto plazo (SVAR) y uno con restricciones de largo plazo (VEC). A diferencia de trabajos anteriores, la tasa de política fue ajustada por liquidez para capturar los eventos de 1998, donde la tasa de interés efectiva (interbancaria) superó con creces a la tasa de política monetaria anunciada por el Banco Central (TPM). También, se incluyeron como variables exógenas el precio del cobre y del petróleo, el producto externo y la tasa LIBO ajustada por encaje y riesgo país. Las principales conclusiones son las siguientes:

- i) Los modelos indican que el máximo efecto de la política monetaria sobre la inflación anualizada se da entre fines del primer año y el primer año y medio. Por otra parte, las trayectorias de las principales variables, inflación, crecimiento y tipo de cambio, ante un shock de la tasa de interés siguen un patrón similar a los resultados obtenidos en otras partes de mundo.
- ii) Segundo, los efectos de esta política sobre la inflación y el producto son sustancialmente menores que los encontrados por otros autores. La respuesta está en la identificación más precisa que se ha realizado de la política monetaria, ajustando la TPM por liquidez (interbancaria). Por lo tanto, los cambios de esta tasa son mucho mayores que los registrados por la TPM para iguales fluctuaciones en los precios y en el producto. Como consecuencia, los VAR de este artículo estiman respuestas sustancialmente más débiles en estas variables, en otras palabras, se presenta evidencia que la transmisión monetaria en la economía chilena ha disminuido fuertemente después de 1998.
- iii) Desde un perspectiva de modelación todos los modelos entregan proyecciones razonables, sin embargo, el modelo que está más cerca de las predicciones de la teoría económica para explicar la transmisión monetaria es el modelo en niveles.
- iv) Con todo, los números que ilustran la transmisión monetaria en Chile son los siguientes: un shock de 100pb durante un trimestre produce un impacto máximo sobre la inflación de -0,2%, el IMACEC de -0,4% y el tipo de cambio real se aprecia temporalmente en 0,4%.
- v) Las estimaciones indican que el *pass-through* no superaría el 18% en caso que se diera un shock permanente en el tipo de cambio real. Este coeficiente cayó después de 1998 pero su caída no es comparable a los fuertes cambios observados en la transmisión monetaria.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Amisano, C., and C. Giannini, 1996. *Topics in Structural VAR Econometrics*. Springer-Verlag.
- Bank of England, 1999. "Economic Models at the Bank of England". Chapter 5.
- Bergin, P., and R. Feenstra, 2001. "Pricing to Market, Staggered Contracts and Real Exchange Rate persistence." *Journal-of-International-Economics*; 54(2). 333-59.
- Benkowitz, A., H. Lütkepohl, and J. Wolters, 1999. "Comparison of Bootstrap Confidence Intervals for Impulse Responses of German Monetary Systems". Centre for Economic Policy Research. Discussion paper N°2208.
- Bernanke, B., 1986. "Alternative Explanations of the Money-income Correlations." *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 25:49-99.
- _____, and A. Blinder, 1992. "The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission". *American Economic Review* 82:901-21.
- _____, and M. Gertler, 1995. "Inside the Black Box: The Credit channel of Monetary Policy Transmission". *Journal of Economic Perspective*. Fall, 9: 27-48.
- _____, M. Gertler, and M. Watson, 1997. "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks". *Brookings Papers on Economic Activity*; 0(1): 91-142.
- Mihov, I., 1998. "Measuring Monetary Policy". *Quarterly Journal of Economics*. 113, 3: 869-902.
- _____, T. Laubach, F. Mishkin, and A. Posen, 1998. *Inflation Targeting: Lessons from the International Experience*. Princeton University Press.
- Betts, C., and M. Devereux, 2000. "Exchange Rate Dynamics in a Model of Pricing to Market". *Journal of International Economics* 50(1): 215-44.
- Borensztein E., and, J. De Gregorio, 1999. "Devaluation and Inflation After Currency Crises", mimeo. Fondo Monetario Internacional. Febrero.
- Cabrera, A., and L. F. Lagos, 1999. "Monetary Policy in Chile: a Black Box?". Documento de Trabajo N°88. Banco Central de Chile.
- Calvo, G. and E. Mendoza, 1999. "Empirical Puzzles of Chilean Stabilization Policy" en *Chile: Recent Policy Lessons and Emerging Challenges*. Perry y Leipzigereds Washington, DC. The World Bank.
- Caputo, R., y Luis Oscar Herrera, 1999. "Agregados financieros como indicadores de política monetaria". Mimeo Banco Central de Chile. Junio.
- Chumacero, R. (2002), "A Toolkit for Analyzing Alternative Policies in the Chilean Economy," Mimeo Banco Central de Chile.
- Clarida, R., and M. Gertler, 1997. "How the Bundesbank Conducts Monetary Policy". En Romer, C., Romer, D. (Eds.), *Reducing Inflation*: 363-406. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- _____, 1998. "What do the VARs Mean? Measuring of Output Effects of Monetary Policy". *Journal of Monetary Economics*, 41.
- Cushman, D.O., and T. Zha, 1997. "Identifying Monetary Policy in a Small Open Economy Under Flexible Exchange Rates". *Journal of Monetary Economics* 39(3): 433-448.
- Christiano, L.J., M. Eichenbaum, and C. Evans, 1999. "Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End?" en J.B. Taylor y M. Woodford *Handbook of Macroeconomics Vol 1A*. Elsevier Science B.V.
- De Brower, G., and N.R. Ericsson, 1998. "Modelling Inflation in Australia". *Journal of Business and Economic Statistics*, vol.16. No. 4. October.
- Dornbusch, R., 1976. "Expectations and Exchange Rate Dynamics". *Journal of Policy Economy* 84: 1161-1176.
- Duncan, R. (2002) "How well Does a Monetary Dynamic equilibrium Model Match Chilean Data?," Mimeo, Banco Central de Chile.
- Dungey, M. and A. Pagan, 1997. "Towards a Structural VAR Model of the Australian Economy". Australian National University Working Paper in Economics and Econometrics No 319.
- Drew, A., and H. Ben, 1998. "The Forecasting and Policy System: Stochastic Simulations of the Core Model", Reserve Bank of New Zealand, working paper 98/6. October.

- Eichenbaum, M. and C. Evans, 1995. "Some Empirical Evidence on the Effects of Shocks to Monetary Policy on Exchange Rate". *Quarterly Journal of Economics* Volume CX: 975-1009. November.
- Engle, R.F., and C. Granger, 1987. "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica* 55: 251-276.
- García, C., 2001, "Políticas de Estabilización en Chile Durante los Noventa". Documento de Trabajo N°132, Banco Central de Chile. Diciembre.
- _____, and J. Restrepo, 2001. "Price Inflation and Exchange Rate Pass-Through in Chile". Documento de Trabajo N°128. Banco Central de Chile. Noviembre.
- Garratt, A., L. Kevin, M.H. Pesaran, and Y. Shin, 2001. "A Long Run Structural Macroeconometric Model of the UK". En: <http://www.econ.cam.ac.uk/faculty/pesaran/mukmod.pdf>. December.
- Goldfajn, I. and S. Werlang, 2000. "The Pass-through from Depreciation to Inflation: a Panel Study". Documento de Trabajo. Banco Central de Brasil. Julio.
- Hamilton, J., 1994. *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Harris, R., 1995. *Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling*. Prentice Hall.
- Hendry, D.F. and, G.E. Doornik, 1994. "Modelling Linear Dynamic Econometric Systems". *Scottish Journal of Political Economy* 41:1-33.
- Kakes, J., 2000, "Monetary transmission in Europe: The Role of Financial Market and Credit" Edward Elgar Publishing Limited.
- Kim, S. and N. Roubini, 2000. "Exchange Rate Anomalies in the Industrial Countries: A Solution with a Structural VAR Approach". *Journal of Monetary Economics* 45:561-586.
- Jacobson, T., P. Janson, A. Vredin, and A. Warne, 1999. "A VAR Model for Monetary Policy Analysis in a Small Open Economy". Central Bank of Sweden - Sveriges Riksbank. Working paper n°77. February.
- Johansen, S., 1988. "Statistical Analysis of Cointegration Vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12: 231-254.
- _____, 1991. "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models". *Econometrica* 52: 389-402.
- _____, and K. Juselius, 1992. "Testing Structural Hypotheses in a Multivariate Cointegration Analysis of the PPP and the UIP for UK". *Journal of Econometrics* 53:211-244.
- _____, 1995. "Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models". Oxford University Press.
- _____, and K. Juselius, 2000. "Macroeconomic Behaviour, European Integration and Cointegration Analysis". Manuscrito.
- Jadresic, E., 1996. "Wage Indexation and the Cost of Disinflation". IMF Staff Paper 43.
- Juselius, K., 1992. "Domestic and Foreign Effects on Prices in an Open Economy: The Case of Denmark". *Journal of Policy Modeling*, Vol, 14 N°4. August.
- Lane, R., 2001. "The New Open Economy Macroeconomics: A survey". *Journal of International Economics*, 54(2), 235-66.
- _____, C. Sims, and T. Zha, 1996. "What Does Monetary Policy Do?". *Brookings Papers on Economic Activity*; 0(2): 1-63.
- Lütkepohl, H. 1993. *Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer-Verlag Berlin,
- Martínez, L., Sánchez, O., y Werner, A., 2001. "Consideraciones sobre la conducción de la política monetaria y el mecanismo de transmisión en México". Documento de investigación N°2. Banco de México. Marzo.
- Meltzer, A. H., 1995. "Monetary, Credit (and Other) Transmission Processes: A Monetarist Perspective". *Journal of Economic Perspectives*, 9(4). Fall, 3-10.
- Mishkin, F., 1995. "Symposium on the Monetary Transmission Mechanism". *Journal of Economic Perspectives* 9(4). Fall: 49-72.
- _____, 2001. "The Transmission Mechanism and the Role of Asset Prices in Monetary Policy". NBER Working Paper N°8617. December.
- Parrado, E., 2001. "Effects of Foreign and Domestic Monetary Policy in a Small Open Economy: the Case of Chile". Documento de Trabajo N°108. Banco Central de Chile. Septiembre.
- Rojas, P., 1993. "El dinero como un objetivo intermedio de política monetaria en Chile: Un análisis empírico". *Cuadernos de Economía* 30 N° 90. Agosto.

- Rosende, F. y L.O. Herrera, 1991. "Teoría y política monetaria: Elementos para el Análisis". Cuadernos de Economía 83: 55-93. Abril.
- Valdés, R., 1997. "Efectos de la Política Monetaria en Chile". Cuadernos de Economía 35(104): 97-125. Abril.
- Walsh, C., 1998. *Monetary Theory and Policy*. The MIT Press.
- Sims, Chris, 1980. "Macroeconomics and Reality". *Econometrica* 48: 1-48.
- _____. 1986. "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?". Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review 10(1): 2-16.
- _____. 1992. "Interpreting the macroeconomic time series facts: The effects of monetary policy". *European Economic Review* 36 n°5: 975-1011. June.
- _____. and T. Zha, 1995. "Does monetary policy generate recessions?: Using less aggregate price data to identify monetary policy". Working Paper Yale University, CT.
- Stock, J., and W. Mark, 2001. "Vector Autorregressions". *Journal of Economics Perspectives*. Fall.

ANEXO 1

A.1 ELEMENTOS TEÓRICOS DE LOS VAR

Esta sección entrega una visión general del enfoque de Vectores Autorregresivos (VAR) y Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR). Los VAR son sistemas de ecuaciones dinámicos que examinan las relaciones entre variables económicas usando un mínimo de supuestos sobre la estructura de la economía. Ellos son una buena representación estadística de la interacción pasada entre las variables. Por otro lado, los SVAR son una mezcla entre los VAR y los enfoques macroeconómicos estructurales tradicionales. Estos combinan la metodología estadística propia de los VAR con un número de restricciones ampliamente aceptadas por la teoría económica.

A.2 ESTIMACIÓN Y REZAGOS

Al ser los VAR formas reducidas, estos pueden ser estimados por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Sin embargo, la variada estructura de rezagos que pueden tener estos modelos implica tener especial cuidado con la medición de las magnitudes y los rezagos de los mismos. Aquí se consideran dos criterios tradicionales de selección de rezagos: ellos son el criterio de Schwarz (SC) y el Hannan-Quinn (HQ)⁴⁶. Adicionalmente y como complemento a estos criterios, hay pruebas de autocorrelación para asegurar las propiedades de los residuos. Esto es especialmente importante para el análisis estructural que se explica más abajo⁴⁷.

Los criterios para obtener los rezagos fueron estimados de la siguiente forma:

$$SC = \frac{2l}{T} + \frac{k \log T}{T}$$
$$HQ = \frac{2l}{T} + \frac{2k \log T}{T}$$

donde k es el número de parámetros, T es el tamaño de la muestra y l es el valor del logaritmo de la función de máxima verosimilitud usando los k parámetros estimados.

Con relación al test de autocorrelación de los residuos, la hipótesis nula es que no existe autocorrelación y se calcula a través de un test del Multiplicador de Lagrange de la forma:

$LM(s) = (T - pk - m - p - 1/2) \ln(\frac{\tilde{\Omega}}{\hat{\Omega}})$, que se distribuye asintóticamente como una χ^2 con p^2 grados de

libertad. Donde p son las dimensiones del proceso autorregresivo, m es el orden respectivo y $\hat{\Omega}$ es la varianza estimada por el modelo y $\tilde{\Omega}$ es varianza estimada por una regresión auxiliar.

A.3 IDENTIFICACIÓN

Los VAR pueden ser utilizados como una herramienta para examinar el movimiento de variables endógenas derivadas de shocks sobre las variables exógenas. Los errores en un modelo VAR sencillo son una compleja función de shocks que afectan al sistema y que no tienen interpretación económica. Sin embargo, estos pueden ser descompuestos al imponer algunas restricciones dejando el VAR en forma de promedios móviles

46 Hamilton, 1994 y Lütkepohl, 1993.

47 Johansen, 1995.

estructurales. Estas restricciones deben tener dos propiedades deseables: la primera es que las perturbaciones sean independientes unas de otras, es decir son fenómenos económicos independientes, y, en segundo lugar, que la estructura tenga alguna interpretación económica. Las estrategias para identificar un VAR son variadas, desde identificaciones parciales al estilo Christiano, Eichenbaum y Evans (1999) o completas como Bernanke (1986). En este artículo se desarrolla la primera alternativa con el objeto de identificar con precisión sólo la función de reacción del Banco Central. Sin embargo, los supuestos sobre la interacción entre las variables⁴⁸ hacen que la identificación termine siendo equivalente a la descomposición de Cholesky propuesta por Sims (1980). En detalle, el modelo ocupado es un VAR de cinco variables. La ecuación (1) indica que las variables endógenas y_t y éstas son determinadas por (i) su interacción contemporánea, (ii) shocks estructurales u_t , (iii) variables exógenas Z y (iii) las mismas variables endógenas rezagadas.

$$\begin{aligned}
A_1 y_t &= A_2 y_{t-1} + \dots + A_n y_{t-(n+1)} + A_z Z + B u_t \\
E[uu'] &= I \\
B &= \begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{55} \end{pmatrix} \\
y_t &= A^{-1}_1 A_2 y_{t-1} + \dots + A^{-1}_1 A_n y_{t-(n+1)} + A^{-1}_1 A_z Z + A^{-1}_1 B u
\end{aligned} \tag{1}$$

La forma reducida de y_t queda como: $y_t = C_2 y_{t-1} + \dots + C_n y_{t-(n+1)} + C_z Z + e$, donde $e = A^{-1}_1 B u$,

Como se puede apreciar, en este simple modelo el número de coeficientes a identificar coincide con el número de coeficientes estimados y son linealmente independientes de la matriz de varianza y covarianza.

A.4 IMPULSO RESPUESTA

Se tiene que para estimar la función de impulso respuesta, la ecuación (1) debe ser multiplicada por la matriz A_1^{-1} . Luego, los impulsos se obtienen despejando y_t para obtener la ecuación (2). Una dificultad adicional en este proceso es la necesidad de calcular los valores dentro de las matrices A_1^{-1} y B . Al respecto, los valores de A_1 y B se pueden obtener usando la ecuación (3). Puesto que la matriz de varianza y covarianza de los errores reducidos tienen $n(n+1)/2$ elementos diferentes, este da el máximo número de parámetros que pueden ser identificados. En el caso del ejemplo anterior n es igual a 5 y el número de restricciones es 15, con lo cual se puede identificar los parámetros estructurales de A_1^{-1} y B .

$$y_t = [I - A_1^{-1} A_2 L - \dots - A_1^{-1} A_n L^n]^{-1} [A_1^{-1}] B u_t \tag{2}$$

$$V = E[e_t e_t'] = E[A_1^{-1} B u_t u_t' B' A_1^{-1}] = A_1^{-1} B B' A_1^{-1} \tag{3}$$

Por último, puesto que en general este tipo de estimaciones genera altos errores estándar para los coeficientes estructurales debido a la alta correlación de las variables, se considera que unos errores estándar moderados de las funciones de impulso respuesta son un test válido para ver la correcta especificación los cuales pueden ser calculados a través de métodos asintóticos o numéricos⁴⁹.

48 Ver sección 3.2.

49 Kim y Roubini, 2000.

A.5 COINTEGRACIÓN Y VAR

En esta sección se presenta una breve reseña de los conceptos de cointegración usados en el artículo. El estudio de la estimación y testeo de relaciones de largo plazo entre variables comenzó con el trabajo seminal de Engle y Granger (1987) para modelos uniecuacionales y se extendió para sistemas de ecuaciones con Johansen (1988). Desde entonces se han desarrollado una serie de estudios al respecto, pero en esencia la filosofía de este enfoque consiste en adicionar a las ecuaciones de un VAR en diferencias términos de corrección de errores para que las variables compartan una tendencia en el largo plazo. Para ilustrar este punto, expresemos un VAR en niveles a diferencias:

$$z_t = A_1 z_{t-1} + \dots + A_k z_{t-k} + \mathbf{m} + \mathbf{y} \cdot D_t + \mathbf{e}_t,$$

$$\Delta z_t = \Gamma_1 \Delta z_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta z_{t-k+1} + \Pi z_{t-1} + \mathbf{m} + \mathbf{y} \cdot D_t + \mathbf{e}_t,$$

Donde z_t es un vector de variables endógenas y estocásticas de orden $p \times 1$, \mathbf{e}_t son errores normalmente distribuidos con media cero y varianza S y D_t es un vector de variables no estocásticas (dummies, tendencia y otras variables exógenas). En general z_t debe ser al menos $I(1)$, sin embargo esta condición no es estricta puesto que es frecuente incluir variables estacionarias para conseguir una relación de cointegración con sentido económico.

La hipótesis de cointegración $H_1(r)$ está relacionada con el término P el cual puede ser descompuesto en dos matrices $\mathbf{a}\mathbf{b}'$. La primera matriz indica las ecuaciones del VEC donde van los distintos vectores de cointegración, en cambio la segunda matriz guarda los coeficientes de los vectores de cointegración. $H_1(r)$ supone que si bien z_t no es estacionaria, existe una transformación lineal, $\mathbf{b}'z_t$, que si lo es. Esto último, puede ser interpretado como una relación estacionaria a partir de variables que no lo son y representa el término de corrección de errores que se adiciona a los VAR en diferencias. Es importante notar que a diferencia de los modelos uniecuacionales, en los VAR es posible que para cada ecuación haya más de un término de corrección de errores. Por ejemplo, Juselius (1992) encuentra que en Dinamarca la inflación depende, además de los rezagos típicos de un VAR, de varios términos de corrección de errores que representan diversas presiones inflacionarias por el lado de los costos laborales, el mercado del dinero y las mercancías importadas.

El test de cointegración consiste en determinar el rango, r , de la matriz P . Como se muestra a continuación, el valor de r está relacionado con la posibilidad de estimar regresiones espurias, es decir, relacionar variables que estén correlacionadas con una tendencia temporal y por tanto la calidad del ajuste y los tests se deben más a un hecho fortuito que a una razón económica de fondo. En términos generales, cuando r es igual al orden de P las series son estacionarias y por tanto no existe el problema de regresión espuria puesto que variables estacionarias no presentan tendencia. En este caso, el VAR se debe estimar en niveles. Un segundo caso es cuando r es igual a cero, aquí no existe cointegración y las estimaciones pueden ser espurias. La teoría econométrica, por ejemplo, aconseja estimar el VAR en diferencias para remover la tendencia temporal. La última posibilidad es que r sea menor que el orden de la matriz P y el VAR debe estimarse en diferencias más los vectores de cointegración (VEC). Para testear la hipótesis nula que hay al menos r vectores de cointegración, es posible usar lo que se conoce por el estadístico de la traza que es igual a la suma de los logaritmos de las raíces características I obtenidas de regresiones reducidas⁵⁰. Por ejemplo, si la hipótesis es que r es cero, la suma de las raíces debe ser cercana a cero para no rechazarla. De esta manera uno puede rechazar la hipótesis nula si el estadístico está por sobre un valor crítico. En términos formales el estadístico se define como⁵¹:

50 Johansen, 1995.

51 El test de traza tiene una distribución que depende de los componentes determinísticos del modelo como por ejemplo la tendencia. Al respecto, dentro de las opciones de los paquetes econométricos se debe elegir el componente determinísticos

$I_{trace} = -2 \cdot \log(Q) = -T \cdot \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \hat{I}_i)$, donde $r=0,1,2,\dots,n-2, n-1$, y Q es el cociente entre la máxima verosimilitud restringida y la no restringida.

Una vez determinado el número de vectores de cointegración, el siguiente paso es hacer hipótesis sobre α y β . El procedimiento consiste en imponer un número mínimo de restricciones sobre β con tal de identificar todos los vectores de cointegración. Una estrategia es normalizar las variables de interés igual a uno, por ejemplo, si el vector de cointegración corresponde a la demanda por dinero, el dinero real será igual a uno. Luego se omiten otras variables para lograr la identificación exacta como se hace comúnmente en los modelos de ecuaciones simultáneas. Una vez conseguido la plena identificación de cada vector de cointegración, se pueden plantear diferentes hipótesis estructurales sobre los β 's a través del test de razón de verosimilitud (LR) que se distribuye como χ^2 ⁵². Finalmente, uno puede testear exogeneidad débil para los parámetros de largo plazo con hipótesis sobre los valores de α . Así, una condición para que x_t , uno de los elementos de z_t , sea débilmente exógena con relación a β , es que en la ecuación de Dx_t no estén estos parámetros. En otras palabras, esta variable no contiene información útil para estimar los parámetros de largo plazo contenidos en b , es decir, los coeficientes de α son cero para la ecuación de Dx_t .

ANEXO 2

PUZZLES EN VAR MONETARIOS

Como ya se ha dicho, la experiencia tanto nacional como internacional en el trabajo con VARs es bastante amplia. En general, esta metodología ha sido utilizada para dar respuestas a un gran número de preguntas económicas. Por esto, aquí sólo se revisan trabajos que consideran VARs estructurales orientados al análisis de política monetaria y proyecciones de las principales variables macroeconómicas (inflación, crecimiento, tipo de cambio, etc.). Al respecto, la evidencia empírica internacional que analiza los efectos de la política monetaria usando VAR ha encontrado diversos puzzles que Kim y Roubini (2000) resumen en cuatro: el de liquidez, el de precios, el de tipo de cambio y el de paridades de tasas de interés.

El puzzle de liquidez se da cuando un shock monetario expansivo que es identificado como innovaciones en la cantidad de algún agregado monetario muestra una leve caída de la tasa de interés, para luego comenzar a aumentar. Una interpretación a este puzzle es que los shocks en los agregados monetarios están dominados por perturbaciones en la demanda de dinero. Otra interpretación es que incluso si los shocks monetarios están dominados por perturbaciones en la oferta de dinero, estos reflejan tanto el comportamiento del Banco Central como el del sistema bancario, el que estaría generando el efecto liquidez. Por tanto, para aislar el efecto del Banco Central, se han reemplazado los agregados monetarios amplios (M1A) por definiciones más estrechas como lo son las reservas bancarias, donde es más fácil identificar los shocks provenientes del Banco Central⁵³.

El segundo puzzle, el de precios, ocurre cuando un shock de política monetaria identificado por un aumento de la tasa de interés, contrariamente a lo esperado, está asociado con un alza del nivel de precios. Sims (1992), sugiere que el puzzle de precios ocurre por un problema de especificación del modelo: si se omiten las variables que el Banco Central usa como indicadores líderes de la inflación, se están omitiendo variables que están positivamente correlacionadas con la inflación y la tasa de interés. Es por ello que la inclusión de variables tales como el precio de los commodities, resuelve este problema de identificación. Así, controlando por este problema, los resultados obtenidos tanto para Estados Unidos como para otros países del G7

dependiendo de la naturaleza de los datos. Para datos macroeconómicos es natural seleccionar la opción tendencia lineal en los niveles de los datos. Otra opción popular en la literatura es incluir una tendencia lineal restringida en la ecuación de cointegración para capturar elementos no explicados en el modelo como lo es, por ejemplo, el progreso técnico.

52 Johansen, 1995.

53 Bernanke y Gertler, 1995.

encuentran que cambios de política asociados con aumentos en la tasa de interés tienen una caída transitoria del producto y una persistente reducción del nivel de precios.

El puzzle del tipo de cambio y de las paridades de tasa de interés, son fenómenos asociados a los VAR estimados en las economías abiertas. Eichenbaum y Evans (1995) estimaron un VAR para los Estados Unidos que incluía producto, precios y tasa de interés más las mismas variables para un país extranjero (cada uno de los G7). El primer puzzle indica que frente a un aumento de la tasa de interés externa, el tipo de cambio se aprecia en vez de sufrir una depreciación. Por otra parte, el segundo puzzle indica que la paridad no cubiertas de tasas de interés no se cumple. Una política monetaria contractiva genera (i) una diferencia positiva y permanente entre la tasa de interés doméstica y externa y (ii) una permanente caída del tipo de cambio. Esto es contradictorio con la hipótesis de paridades no cubiertas, donde el diferencial de tasas de interés debe ser compensado por una devaluación esperada⁵⁴. Autores como Kim y Roubini (2000), han solucionando estos puzzles introduciendo restricciones explícitas para identificar de manera más precisa la demanda y oferta de dinero.

54 Dornbusch, 1976.

**Documentos de Trabajo
Banco Central de Chile**

**Working Papers
Central Bank of Chile**

NÚMEROS ANTERIORES

PAST ISSUES

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@condor.bcentral.cl

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: bcch@condor.bcentral.cl

- | | |
|---|--------------|
| DTBC-148
Innovation and Growth in Resource Rich Countries
W.F. Maloney | Febrero 2002 |
| DTBC-147
Is Private Education Better? Evidence from Chile
Andrea Tokman Ramos | Febrero 2002 |
| DTBC-146
The Golden Period for Growth in Chile:
Explanations and Forecasts
Francisco Gallego y Norman Loayza | Febrero 2002 |
| DTBC-145
Financial Development, Financial Fragility, and Growth
Norman Loayza y Romain Ranciere | Febrero 2002 |
| DTBC-144
Concentration of Population in Capital Cities:
Determinants and Economic Effects
Rodrigo Cifuentes S. | Febrero 2002 |
| DTBC-143
Outgrowing Resource Dependence: Theory and Evidence
Will Martin | Febrero 2002 |
| DTBC-142
Natural Resources and Economic Growth: The Role of Investment
Thorvaldur Gylfason y Gylfi Zoega | Febrero 2002 |

DTBC-141	Febrero 2002
Open Questions about the Link between Natural Resources and Economic Growth: Sachs and Warner Revisited	
Daniel Lederman y William Maloney	
DTBC-140	Febrero 2002
Prebisch-Singer Redux	
John T. Cuddington, Rodney Ludema y Shamila A Jayasuriya	
DTBC-139	Febrero 2002
The Relative Richness of the Poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth	
Claudio Bravo-Ortega y José De Gregorio	
DTBC-138	Febrero 2002
Depreciación del Capital Natural, Ingreso y Crecimiento Sostenible: Lecciones de la Experiencia Chilena	
Eugenio Figueroa B. y Enrique Calfucura T.	
DTBC-137	Febrero 2002
The Distribution of Stochastic Shrinkage Parameters in Ridge Regression	
Hernán Rubio y Luis Firinguetti	
DTBC-136	Enero 2002
Value at Risk: Teoría y Aplicaciones	
Christian A. Johnson	
DTBC-135	Enero 2002
Agency Problems in the Solutions of Banking Crises	
Gonzalo I. Sanhueza	
DTBC-134	Enero 2002
On the Determinants of the Chilean Economic Growth	
Rómulo A. Chumacero y J. Rodrigo Fuentes	
DTBC-133	Diciembre 2001
Cálculo del Stock de Capital para Chile, 1985-2000	
Ximena Aguilar M. y María Paz Collinao	
DTBC-132	Diciembre 2001
Políticas de Estabilización en Chile durante los Noventa	
Carlos José García T.	
DTBC-131	Noviembre 2001
Ten Years of Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges	
Norman Loayza y Raimundo Soto	