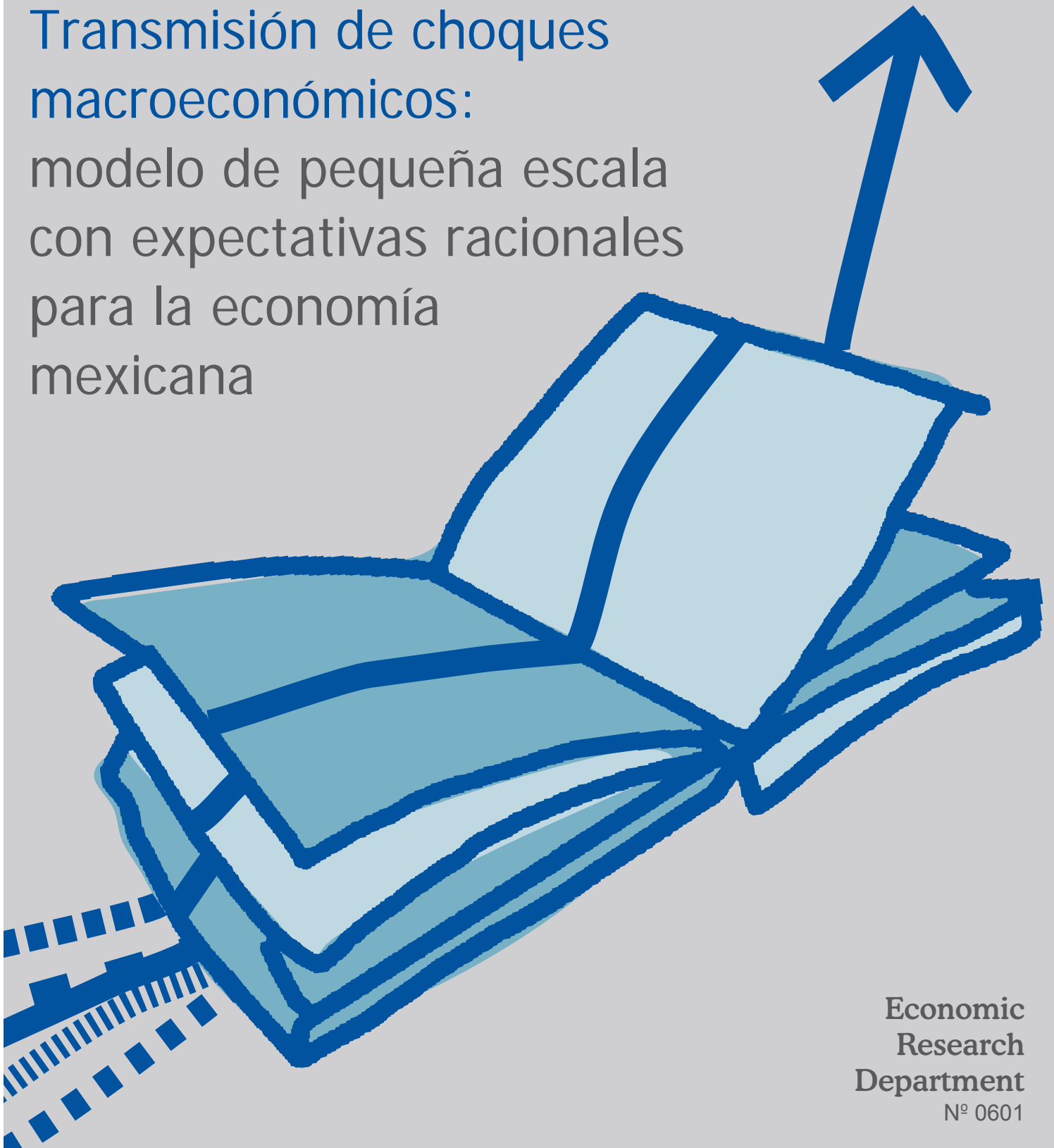


# WORKING Papers

Transmisión de choques  
macroeconómicos:  
modelo de pequeña escala  
con expectativas racionales  
para la economía  
mexicana



# Transmisión de choques macroeconómicos: modelo de pequeña escala con expectativas racionales para la economía Mexicana

Ociel Hernández Zamudio\*

Junio 2006

## Resumen

En este documento se diseña e implementa un modelo econométrico en pequeña escala para la economía mexicana (semiestructural).

Se considera el papel que juegan las expectativas en la economía, así como las restricciones nominales y reales que ocasionan un progresivo ajuste de los ciclos. Esta condición es lo que hace de este trabajo una aportación en la literatura empírica en México. Los resultados y simulaciones del modelo sustentan su especificación al derivarse trayectorias acordes con la teoría y proceso empírico, además de permitir soluciones consistentes, eficientes y únicas. Asimismo, se captura apropiadamente la dinámica de la inflación, crecimiento, y política monetaria. En esta última, corroboramos que la acción del banco central se ha concentrado en influir sobre las expectativas de inflación, pero permitiendo una convergencia gradual que sea congruente con el ciclo de actividad económica. Por otro lado, se realizan ejercicios para especular sobre las consecuencias macroeconómicas de ajustes en las primas de riesgo de las tasas de interés y nivel del PIB potencial. La dinámica de estas simulaciones nos instruye sobre los posibles beneficios de impulsar una política estratégica que desarrolle las capacidades productivas de la economía y minimice la variabilidad de la percepción riesgo país.

---

\*Servicio de Estudios BBVA Bancomer

## 1. Introducción

La magnitud y consecuencias de las crisis financieras en México entre 1976 y 1995, imposibilitó por varios años que se generaran ciclos económicos regulares. Por el contrario, éstos presentaron una dinámica que reflejó los efectos de continuos choques de oferta y que reprimieron la capacidad productiva del país. Sin embargo, en los últimos 10 años, el crecimiento ha mostrado un patrón más constante y propio del apogeo y desaceleración de una economía. Asimismo, la inflación está en un proceso de convergencia que hoy en día está por alcanzar una estabilidad de precios no vista en mucho tiempo. En este lapso, el régimen de política monetaria pasó de un tipo de cambio controlado, a uno más flexible y que gradualmente se convirtió en el régimen de objetivos de inflación. Este cambio ha amplificado la trascendencia macroeconómica de las tasas de interés domésticas, y ha impulsado la relevancia de las expectativas en la determinación del ciclo económico<sup>1</sup>. Ante ello, se acentúa la necesidad de construir modelos econométricos que reflejen este cambio estructural y que no sólo sustenten la generación de escenarios, sino que sean capaces de servir de herramientas en una reflexión más analítica.

Con este fin, consideramos que la adopción de un modelo para México que simultáneamente capture la formación de expectativas de las tasas de interés, inflación, crecimiento económico y tipo de cambio, pero que también contemple la inercia que se observa en estas variables, nos permitirá contar con una herramienta práctica, balanceada e intuitiva. Con esta aproximación se evita que los resultados obtenidos padezcan de los errores de aplicaciones econométricas que por un lado carecen de estructura (variabilidad de los estimadores), y por otro que limitan caracterizar el dinamismo que empíricamente se observa. Asimismo, es importante que la estructura econométrica genere relaciones económicas básicas sin excederse en la complejidad de incorporar un exceso de restricciones que dificultan el análisis. Esta aproximación permite contar con pocas ecuaciones para facilitar el proceso de estimación, que será robusto siempre y cuando sea

capaz de representar de manera agregada las fluctuaciones de la economía; por otro lado, también mantendrá la flexibilidad suficiente para poder recoger una dinámica que admita construir diferentes escenarios.

El esfuerzo por simplificar la implementación e interpretación de modelos macroeconómicos - con el apoyo de una estructura teóricamente sólida - ha avanzado significativamente como resultado del auge de la escuela "Nueva Keynesiana"; su marco conceptual se deriva de la incorporación de fundamentales microeconómicos al enfoque tradicional del las curvas IS-LM y de oferta. La estructura de esta generación de modelos se sustenta en el comportamiento óptimo de los agentes (empresas, consumidores y hacedores de política), el cual se produce en un entorno económico en el que existen rigideces reales y nominales (precios) que impiden el desempeño eficiente de la economía. Así, el dinamismo de las principales variables macroeconómicas puede ser capturado con la especificación de tres sectores: (1) un sector que defina el comportamiento del consumo, ahorro e inversión (curva IS - demanda), (2) otro que simplifique la formación de precios de la economía (curva de Phillips - oferta), (3) y finalmente un sector que ejemplifique el comportamiento de política monetaria (regla monetaria), y que permite cerrar el modelo.

La discusión referente a este enfoque de modelización es amplia, y ha prosperado en la medida en que se acentúa la implementación sistemática de la política monetaria (como lo es el esquema de objetivos de inflación). Por ello, se ha utilizado este contexto teórico para evaluar el desempeño de las autoridades monetarias, los efectos de sus decisiones, el comportamiento monetario ante diversos choques (de oferta y demanda) y, en consecuencia, la dinámica de otras variables económicas. Diferentes especificaciones y métodos de estimación han sido propuestos. Por ejemplo, en MacCallum y Nelson (1997, 1999), Rotemberg y Woodford (1998), Rudebusch y Svensson (1999), Rudebusch (2000), entre otros, se desarrollan algunas relaciones microeconómicas que derivan el comportamiento simultáneo de las ecuaciones de demanda, oferta y política monetaria. A pesar de que los parámetros estimados difieren, el análisis coincide en espíritu: no sólo contempla el uso de la hipótesis de expectativas racionales como herramienta pilar en la construcción y solución de la estructura planteada, sino también incluyen la inercia o la influencia de las variables rezagadas que en la práctica se observa (como consecuencia de las rigideces económicas): Este tipo de modelización sintetiza los conceptos que han dominado el debate macroeconómico de las últimas décadas.

En este documento se utiliza este marco conceptual con expectativas racionales con el objetivo de estimar el comportamiento sistemático de la inflación (curva de Phillips aumentada), actividad económica (IS), y regla de política monetaria para el caso mexicano. Con la finalidad de extender y ofrecer una mejor representación del comportamiento de las variables estudiadas, se incorporan dos relaciones financieras (tipo de cambio y tasas de interés de largo plazo) que permitirán, a través de las restricciones que impondremos, especular sobre la dinámica conjunta entre factores macroeconómicos y financieros. En vez de formular las relaciones que permitan la calibración y obtención de los estimadores, hacemos uso de la metodología GMM (Método Generalizado de Momentos – por sus siglas en inglés) para estimar el valor de los parámetros<sup>2</sup>.

En resumen, en este estudio se elabora un modelo econométrico en pequeña escala semi-estructural. Utilizando información trimestral y mensual para el periodo de enero de 1996 a diciembre de 2005. Los resultados y simulaciones sustentan su especificación al derivarse trayectorias acordes con la teoría y evolución empírica, además de permitir soluciones consistentes, eficientes y únicas. Asimismo, se captura adecuadamente la dinámica de la inflación, crecimiento, y política monetaria. En esta última, corroboramos que la acción del instituto central se ha concentrado en influir en las expectativas de inflación, pero permitiendo una convergencia gradual que sea congruente con el ciclo de actividad económica.

El presente modelo tiene una aplicación práctica tanto en la generación de escenarios de stress (choques de oferta que incidan en una mayor inflación generalizada, o un menor crecimiento en EUA, mayor percepción de riesgo, choques de demanda, etc.), así como de marco de referencia de los pronósticos macroeconómicos.

En la siguiente sección se describen las características del modelo. Posteriormente, se hace uso de la metodología GMM para calcular el valor de los parámetros. Después, se resuelve el modelo tomando en cuenta que un sector de los agentes económicos descifra la información de manera racional, lo que implica utilizar un algoritmo que resuelva este tipo de

---

2 Este método ha sido ampliamente usado en la estimación de reglas de política monetaria, curva de Phillips y demanda agregada.

especificación. Finalmente, se utiliza la solución de McCallum (1999) para analizar el comportamiento de las variables al imponer perturbaciones al modelo.

### Especificación macroeconómica para la economía mexicana

La estructura base del desarrollo de nuestras estimaciones se fundamenta en el reconocimiento del papel que juegan las expectativas de los agentes en los ciclos económicos, y también de las ineficiencias o rigideces que propician variaciones en el más corto plazo. El principio de estos modelos es analizar el comportamiento de los consumidores, empresas y autoridades monetarias (con la especificación de una derivación de la regla Taylor) ante diferentes distorsiones.

La dinámica conjunta de este modelo de pequeña escala para la economía mexicana depende, en primera instancia, de la especificación de la estrategia monetaria que, dado los avances de Banxico para aproximar la inflación al objetivo, y la relevancia de las reglas de política monetaria en este entorno teórico, nos permite derivar una representación tangible del comportamiento del banco central; ésta se obtendrá al estimar una tasa de interés implícita de equilibrio que resuma la amplia gama de factores que inciden en las decisiones y movimientos de los instrumentos monetarios.

Existe una documentación extensa respecto a la estimación de reglas de política monetaria; por ejemplo, bajo el principio de las reglas de Taylor, Taylor (1999a), Clarida, Galí, y Gertler (1997, 2000, 2001), Torres (2002), por mencionar algunos, calculan las tasas de interés implícitas de corto plazo, y concluyen que, para algunos periodos, los valores estimados se aproximan de manera importante a la trayectoria de las tasas de interés utilizadas por Bancos Centrales como la FED, Bundesbank, ECB, Banco de Japón, Reino Unido, y Banco de México<sup>3</sup>.

En los artículos de Clarida (2001), Clarida, Galí y Gertler (2001), se propone y estima una versión de este esquema teórico para economías pequeñas y abiertas. Se concluye que esta especificación es sólo una versión isomórfica de los modelos para economías cerradas en términos de política monetaria. Se argumenta que el valor de los parámetros (de la función de reacción monetaria) debe ser similar en ambas representaciones, esto es porque los bancos centrales no deberían en la práctica reaccionar a cambios en la demanda agregada que son el resultado de un aumento de la demanda por exportaciones (depreciación cambiaria), y debido a que el efecto del pass-through debe ser contrareestado en la medida en que los precios domésticos (y expectativas) son influidos por las variaciones en el tipo de cambio. Entonces, las autoridades tendrían que reaccionar a las expectativas de inflación de la misma manera en que los bancos centrales lo hacen en economías menos abiertas. Para el caso mexicano, tiene sentido imponer una estructura que contemple las características de una economía abierta. De esta manera, las ecuaciones por definir en este modelo de pequeña escala son:

- Regla de política monetaria.
- Ecuación de oferta (Phillips) que ejemplifique el proceso de formación de precios en función de los ciclos económicos, las expectativas de largo plazo y tipo de cambio.
- Curva IS, la cual deberá relacionar el dinamismo de la demanda agregada, tasa de interés real y paridad cambiaria.
- Paridad de tasas de interés descubierta que formule la trayectoria del tipo de cambio en función del diferencial de tasas de interés doméstico e internacional.
- Tasa de interés de largo plazo la cual depende de las tasas de interés esperadas de corto plazo.

La primera ecuación a especificar es la regla de política monetaria, en la que alguna tasa de interés de corto plazo estará en función del estado de la economía: en particular, en esta aproximación, el instrumento monetario estará vinculado a las expectativas de inflación con relación a los objetivos de Banxico, y de una medida de las presiones de demanda (crecimiento por arriba del potencial). Es decir, se asume que existe una tasa de referencia que es utilizada como instrumento de política o que, en su caso, las tasas de corto plazo reflejan indiscutiblemente los movimientos de algún otro instrumento. El objetivo último de los cambios en la política monetaria es influir primero en las tasas de corto plazo, para así afectar los rendimientos de más larga duración, que son las que afectan el ciclo económico (ver Poole (2005), Monhanty y Klau (2004) y Taylor (1999b)). La regla de política monetaria quedará definida como:

---

3 Sin entrar en el debate de reglas vs discreción de política monetaria, y de la utilidad de estas reglas para tomar decisiones de política monetaria, no cabe duda que son una representación razonable de ésta.

$$i_t = (1 - \rho)[c + \phi(E_t\pi(t+4)) + \theta\tilde{Y}_t] + \rho i_{t-1} + e_t \dots \dots (1)$$

$$\tilde{Y}_t = Y_t - \bar{Y}_t$$

$$\bar{Y}_t = 0.98\bar{Y}_{t-1} + c_t$$

donde  $i_t, \tilde{Y}_t$ , y  $\pi$  representan la tasa de interés de corto plazo controlada por el banco central, el output gap e inflación respectivamente ( $e_t$  simboliza el choque de política e  $\bar{Y}_t$  es el crecimiento del PIB potencial; de este último, se asume que su proceso estocástico está en el límite entre fluctuaciones permanentes y convergencia muy gradual al equilibrio).  $E_t$  es el operador de expectativas condicional a la información disponible en  $t$ , o expectativas consistentes con el modelo<sup>4</sup>; de acuerdo a esta regla, el banco central genera sus expectativas de inflación con base en el conjunto de variables relevantes con las que cuenta en el momento de decidir su política monetaria (asumiendo que Banxico forma sus expectativas de manera racional). No se ha incluido directamente al tipo de cambio como variable explicativa ya que se considera que Banxico sólo reacciona a las fluctuaciones de esta variable en la medida que contamine las expectativas inflacionarias. El valor de los parámetros estimados no deben, en principio, estar sesgados por no incorporar al tipo de cambio del lado derecho de la ecuación, ya que como Taylor (1999b) argumenta, en una economía pequeña y abierta, o con características de mercados emergentes, el esquema de la regla de política no tiene que diferir; lo que es distintivo es el uso y lectura que las autoridades hacen de la información disponible para evaluar los potenciales riesgos (argumento que coincide con los resultados de la modelización propuesta por Clarida (2001)).

Por su parte, el estimador  $\rho$  representa la magnitud con la que un Banco Central implementa una política monetaria gradual. Esta gradualidad se explica por el deseo del las autoridades por minimizar la volatilidad en los mercados financieros (dada la incertidumbre sobre los parámetros, o la representación de la realidad que aproxima el modelo); Dado que el Banco de México no utilizaba directamente una tasa de corto plazo como instrumento de política, es factible que este parámetro  $\rho$  integre la influencia de choques macroeconómicos en las tasas de interés un periodo anterior a la decisión de política monetaria, sin que, al igual que otros Bancos centrales, pierda credibilidad (abordaremos más sobre este tema en la próxima sección).

La curva de Phillips aumentada representa la curva de oferta alternativa para México con expectativas racionales, e inclusión del tipo de cambio (característica de una economía pequeña y abierta):

$$\pi_t = \lambda_t(E_t\pi(t+4)) + \alpha\pi_{t-1} + \tau(\Delta SR_{t-1}) + \gamma\tilde{Y}_t + u_t \dots \dots (2)$$

La ecuación 2 señala que la inflación actual es una función de la expectativa de inflación en un año, la inflación rezagada un trimestre (donde  $\lambda$  y  $\alpha$  deben respetar el criterio  $\alpha = (1 - \lambda)$ ), el output gap (medida de presión sobre los costos), y la variación del tipo de cambio real rezagado ( $\Delta SR_{t-1}$ ). La relación de precios se derivó de una proposición dinámica que se fundamenta en las rigideces reales y de precios que presenta una economía en el corto plazo; es una función en la tradición Keynesiana a la Calvo (1983), Taylor (1979 y 1980), y Fisher (1977). No obstante, dado que la inflación es más persistente que la trayectoria que se origina tomando en cuenta únicamente las expectativas, es conveniente incluir más rezagos a la especificación, lo que implica que no todas las empresas que tienen la opción por fijar nuevos precios lo hacen basados en su evaluación racional, sino en la inflación observada recientemente (Mankiw (2001), Fuhrer (1997), Fuhrer y Moore (1995)). La ecuación 2 apuntala el vínculo entre excesos de demanda e inflación en el corto plazo, pero conserva la relación de neutralidad en el largo plazo. Es decir, desde el punto de vista monetario, una política expansiva conlleva un costo

4 Es decir, con datos trimestrales  $E_t\pi(t+4)$  es la expectativa de la inflación en un año (4 trimestres adelantados. Dado que el modelo también se obtiene con información mensual, las expectativas a un año reflejarán la proyección a 12 meses  $E_t\pi(t+12)$ . Esta definición aplica para todas las ecuaciones que más adelante se definen.

inflacionario, el cual se diluirá conforme las empresas incorporen en sus decisiones el mayor dinamismo económico esperado.

Finalmente, la curva IS con expectativas racionales es estimada con la siguiente especificación:

$$Y_t = \beta(E_t Y(t+4)) + \delta Y_{t-1} + \mu(\Delta SR_t) + \Gamma Y_{t-1}^* - \eta r_t + v_t \dots \dots (3)$$

donde  $r$  es la tasa de interés real ( $r = i - E_t \pi(t+4)$ ) e  $Y$  es el crecimiento económico. El parámetro  $\eta$  estima el efecto que tiene la dinámica de la tasa de interés real en las decisiones de consumo e inversión de los agentes. Dado que la inversión en capital en el largo plazo es exógeno (PIB potencial exógeno), el crecimiento del PIB no sólo depende de las variaciones de la demanda interna asociada al consumo, sino también de las decisiones de invertir dado un nivel de tasa real. Se asume que los consumidores de la economía, en el agregado, contemplan un problema de optimización de su ingreso, por lo que vinculan el ingreso actual con el esperado. La curva IS propuesta permite incluir el efecto del crecimiento del ingreso rezagado. La posibilidad de que existan hábitos de consumo o de inversión que inhiban a los agentes económicos a reaccionar directamente a sus expectativas de ingreso, es lo que justifica la inclusión de variables de inercia (rezagos) en la curva IS tradicional. Esta especificación reconoce la considerable persistencia de esta variable económica (ver Fuhrer (2000) para detalle de modelo de hábitos de consumo). Adicionalmente, ante la sincronización de los ciclos económicos entre México y EUA, se incluye el crecimiento de éste último ( $Y^*$ ) y el efecto de la trayectoria del tipo de cambio real ( $\Delta SR_t$ ).

Las relaciones macroeconómicas arriba descritas se complementan con dos restricciones adicionales. Primero, una ecuación sencilla del tipo de cambio nominal cuyas variaciones trimestrales o mensuales dependen de un rezago (inercia) y del vínculo teórico que existe entre el diferencial de tasas de interés de largo plazo (con EUA) y cambios en el tipo de cambio (paridad de interés descubierta - UIP por sus siglas en Inglés), la cual considera que existe libre movilidad de capital (mayor depreciación esperada del peso debe estar asociado a un mayor diferencial de tasas de interés). En Chinn y Meredith (2004) se señala que la poca capacidad predictiva del diferencial de tasas de interés sobre el tipo de cambio radica en que, en el corto plazo, prevalece una interacción entre choques estocásticos (riesgo) y el comportamiento endógeno de la política monetaria; En el largo plazo, en contraste, el tipo de cambio fluctúa sustentado en los fundamentales, lo que hace factible la UIP.

$$\Delta s_t = \omega \Delta s_{t-1} + (i_t^T - i_t^{*T}) \dots \dots (4)$$

Adicionalmente, se impone la dinámica de las tasas de interés de largo plazo basado en la hipótesis de expectativas. De acuerdo a esta teoría, las tasas de interés de largo plazo son una combinación lineal de las expectativas de las tasas de interés de corto plazo; es decir, el exceso de rendimiento promedio por mantener un bono de mayor duración con relación a los rendimientos de vender y comprar bonos de corto plazo, debe ser igual a la prima riesgo (que en muchos modelos se asume como constante ( $\sigma$ )):

$$i_t^T = [E_t(i_t + i_{t+1} + i_{t+2} + i_{t+3} \dots + i_{t+T})]/(T+1) + \sigma_t \dots \dots (5)$$

Las tasas de interés de bonos de largo plazo son una función de las condiciones económicas esperadas, las cuales son capturadas a través de las expectativas sobre los movimientos de política monetaria. Nótese que implícitamente se está considerando que el error de la identidad (5) es el mismo que el de la ecuación (4) - a través de la tasa de largo plazo; es decir, la prima riesgo es el residual y origen de los desequilibrios en ambas relaciones.

Al incluir estas dos restricciones financieras, se puede vincular la dinámica de las variables económicas con las variables financieras, situación que permitirá especular sobre las tendencias a esperar sujeto a los escenarios simulados. Es conveniente mencionar que las expectativas generadas dentro de la estructura del modelo, son el origen de la dinámica del sector financiero. Es a través de la trayectoria esperada de las variables macro, que tanto el tipo de cambio como las tasas de interés de largo plazo retroalimentan el dinamismo de la economía.

## Estimación econométrica

Una particularidad de las variables explicativas de las ecuaciones 1, 2 y 3, es que no cumplen con el supuesto de exogeneidad, sobre todo aquellas que representan la proyección o expectativas de los agentes. En consecuencia, la variabilidad de estos elementos macroeconómicos estará relacionada con el error de la estimación e impedirá generar estimadores insesgados y eficientes. Para resolver esta limitación se utiliza la metodología GMM, la cual impone una restricción teórica a los parámetros que se obtiene al minimizar la distancia de los valores observados y teóricos. Las condiciones que deben satisfacer los estimadores son de ortogonalidad (independencia) entre la función estimada (error de la ecuación) y un conjunto de variables instrumentales utilizadas para fijar la exogeneidad de las variables independientes; la validez de la estimación se garantiza mientras ésta pase la prueba de sobre-identificación.

La muestra abarca el periodo de enero de 1996 a diciembre de 2005 (información trimestral y mensual), y por tanto contempla el inicio del régimen de libre flotación junto con el comienzo de una disminución paulatina de la inestabilidad financiera. En el agregado, corroboramos la estabilidad de la muestra, lo cual no implica que existan elementos específicos que justifiquen su partición; por ejemplo, en el año de 2005 se consolidó la inflación por debajo de 4.0%, después de haber estado varios años convergiendo. A pesar de ello, el proceso de determinación de los precios no ha cambiado, por lo que si evitamos capturar la tendencia de la serie, el modelo presenta estabilidad de los parámetros.

El output gap trimestral es medido como la desviación porcentual del PIB, ajustada por estacionalidad, con relación a una tendencia lineal (la muestra mensual contempla desviaciones del índice de actividad económica). La inflación representa el cambio porcentual anual (trimestral y mensual), sin el efecto estacional, del índice de precios al consumidor<sup>5</sup>. Se utiliza el promedio trimestral y mensual de la tasa de interés de corto plazo y del tipo de cambio pesos por dólar (específicamente, el tipo de cambio real y nominal representan su promedio móvil un año; la tasa de interés real es el resultado del promedio móvil 6 meses).

La estimación trimestral, mensual y simultánea de las ecuaciones macro se presentan en las tablas 1, 2 y 3<sup>6</sup>. Con base en la primera, en la que obtenemos los estimadores de la regla de política monetaria, se puede conjeturar que las autoridades del banco central han permitido que las tasas de interés de corto plazo respondan de manera sistemática a la desviación de la inflación esperada en un año a la del objetivo de Banxico<sup>7</sup>. La respuesta a cambios en la expectativa de inflación es mayor a uno en las tres diferentes estimaciones, valor que ha sido propuesto en diferentes artículos (por ejemplo, Clarida, Galí, Gertler (2000)). Se argumenta que con la finalidad de influir en las expectativas inflacionarias, no es suficiente con permitir que las tasas nominales fluctúen. La respuesta de los bancos centrales debe compensar el aumento de la inflación para que las tasas de interés reales hagan su trabajo en el dinamismo de la economía. De no compensar el efecto - parámetro  $\phi$  menor a uno - a pesar del ajuste monetario, las tasas reales se reducirán (aumentarán), situación que consentirá que la variación de las expectativas inflacionarias se retroalimenten.

El ciclo económico también es un elemento que en promedio parece ser contemplado por la máxima autoridad monetaria. A pesar de que el peso de este estimador es menor que la respuesta directa a desviaciones de la inflación, su valor está en el límite de lo considerado como eficiente. Pese a ello, conviene notar que algunos estudios señalan la importancia de no responder directamente al ciclo económico para minimizar la variabilidad de todas las variables económicas; además, es

5 La razón por la cual se utiliza la inflación general y no la subyacente, es porque esta última no ha sido la fuente de la generación de expectativas inflacionarias durante el periodo que se contempla en este trabajo. Si se omite la tendencia a la baja que se ha observado en el componente subyacente, éste no ha sido un buen predictor de la inflación futura. Por otro lado, el Banco Central ha fijado explícitamente una meta sobre la inflación general y no sobre la subyacente.

6 Se estiman las tres ecuaciones (trimestral y mensualmente) de manera separada. La estimación simultánea SUR (en tres etapas), la cual es una especificación multivariada que corrige por heterocedasticidad y correlación entre los residuales de las tres ecuaciones, se implementa únicamente con datos mensuales. Esta metodología toma en cuenta la simultaneidad entre las ecuaciones del modelo.

7 El objetivo anual del Banco Central ha variado conforme los niveles elevados de inflación convergen. Aunque las variables instrumentales utilizadas en cada una de las tres estimaciones varían, podemos decir que, en general, los instrumentos que se incorporan al modelo consisten de los rezagos de la inflación, output gap, tasas de interés, tipo de cambio, variable de tendencia, crecimiento de EUA, crecimiento México y tasas de interés real. El estadístico  $J$  indica la validez de las restricciones; en este caso aceptamos la hipótesis nula de que la sobre-identificación del modelo se satisface.



todavía tema de debate el nivel de crecimiento potencial de una economía, por lo que responder a esta incertidumbre pudiera ser costoso - McCallum (2001) y Estrella y Mishkin (1999). Se debe enfatizar que la política monetaria estimada representa el promedio de un plan contingente implementado por el banco central. El elemento discrecional también forma parte del conjunto de factores que determinan las decisiones monetarias, lo que implica que la regla de política estimada es una guía de las acciones promedio llevadas a cabo por Banxico.

El parámetro  $\rho$  tiende a ser más pequeño que aquellos estimados para EUA, UE, y Reino Unido (especialmente en las estimaciones trimestrales). Éste, en teoría, debe reflejar la magnitud de la gradualidad en la implementación de la política monetaria. A pesar de ello, se ha señalado que  $\rho$  pudiera estar capturando un proceso de autocorrelación de las tasas de interés, originado ante los constantes choques macroeconómicos que afectan directamente las expectativas de inflación (Rudebusch (2002)). En una economía abierta como la de México, y en donde hasta hace poco se empezó a utilizar explícitamente a la tasa de fondeo como instrumento complementario de política, es más sustentable argumentar que la tasa de interés rezagada refleja la variabilidad de los rendimientos domésticos a que el banco Central ha aplicado una política gradual. Seguramente este será el caso para los próximos ciclos<sup>8</sup>.

Con relación a la influencia del tipo de cambio, ésta sólo se utilizó como variable instrumental. Su incorporación como parte del conjunto de variables a las que en el agregado responde Banxico (como variable exógena), modificó considerablemente el parámetro que representa la reacción a las expectativas inflacionarias<sup>9</sup>. Esto seguramente está reflejando la correlación entre los elementos de la regla monetaria, lo que implicaría que el Banco central no está respondiendo conjuntamente a estas variables. Probablemente, la fuente de los choques que afectan al tipo de cambio y a las expectativas inflacionarias es la misma y explica la sensibilidad de los estimadores. El hecho de que el tipo de cambio sólo entra en el conjunto de información que proyecta la inflación esperada, es indicativo de que la política monetaria (representada por cambios en las tasa de interés) no ha sido utilizada para mantener controlada las fluctuaciones cambiarias.

Con respecto al proceso de formación de precios (curva de Phillips – (2)), cabe señalar que México ha vivido una caída significativa de los niveles de inflación desde mediados de los 90s. Para evitar sumar este efecto, la curva de Phillips es estimada incluyendo una variable de tendencia. Se encuentra, como lo señala el parámetro que caracteriza la formación de expectativas, que la inflación en México sí depende del valor esperado (en un año) de los cambios en los precios. Su valor está cercano al límite superior del rango propuesto por Rudebusch (2000) de 0.2 a 0.6 (ver también Smets (2000)). La variable retrasada un trimestre también es significativa e importante (este rezago para el modelo mensual representa la elasticidad de los últimos tres meses), y no es posible rechazar la hipótesis nula (excepto para la muestra mensual) de que la suma de las variables adelantadas y rezagadas suman uno (valor  $\rho$  de 0.28 y 0.17 respectivamente). Los resultados sugieren que a pesar de que las expectativas juegan un papel importante en la fijación de precios, la persistencia de la inflación es importante (Fuhrer y Moore (1995) y Fuhrer (1997)). La variación del tipo de cambio real (promedio móvil un año) es significativa en la representación trimestral y mensual, lo que implica un efecto pass-through de entre 0.08 y 0.13 respectivamente. Las presiones de demanda son importantes, de hecho, en la representación con datos trimestrales, éstos son mayores a los valores que usualmente se propone en esta clase de modelos (McCallum (2001) para EUA y UE (.03 y .04)). Se incluyeron también rezagos del output gap, pero éstos no fueron relevantes excepto en la especificación simultánea, además de no obtener los signos esperados. Los resultados señalan que sí existen rigideces reales y nominales que, desde el punto de vista monetario, generan un trade-off entre crecimiento e inflación.

Finalmente, la tabla 3 muestra la estimación GMM para la curva IS con expectativas racionales. El promedio móvil de 6 meses de la tasas de interés real es significativo y tiene el signo esperado (parámetro  $\eta$ ). El hecho de que sea el promedio móvil y no simplemente la variable retrasada, resalta la relevancia que tiene la tendencia y rezagos en la transmisión de política monetaria sobre la demanda agregada. Los parámetros están en el límite dentro del rango propuesto entre -0.2 y -0.4 (McCallum (2001), Lansing y Threhan (2001)). Los coeficientes del componente adelantado (un año) son significativos

8 Recordemos que el “corto” ha sido, y continúa siendo, el instrumento de política monetaria; esto implica que Banxico no ha controlado directamente la tasa de corto plazo en gran parte de la muestra. Es hasta mediados de 2004 que se empieza a manejar una tasa de referencia como instrumento complementario. Así, la volatilidad de la tasa de fondeo es lo que en principio creemos captura  $\rho$

9 La reacción directa al tipo de cambio es significativa e importante (estimador de 0.7), pero altera a la baja el parámetro de las expectativas inflacionarias  $\phi$ . Además, propicia una disminución considerable del estimador  $\rho$ .

aunque de menor valor e importancia que el de los estimados para la curva de Phillips y política monetaria, sin embargo, no están del todo lejos del 0.5 y 0.6 que son los valores propuestos a través de ejercicios de calibración para EUA. Debemos mencionar que de acuerdo con Rudebusch (2000), el número apropiado para el factor  $\delta$  debe estar cercano a 0.3 para justificar persistencia como resultado de hábitos de consumo e inversión. El incluir más rezagos del output gap y tasa de interés real no distorsiona los resultados mostrados pero no genera una mayor contribución significativa (y los signos no siempre son consistentes con la teoría). Corroboramos que el fenómeno de persistencia de las series de tiempo macroeconómicas en México es una condición elemental en la construcción de estimaciones dinámicas.

Se ha extendido la especificación de la curva IS al integrar el efecto del crecimiento en EUA y del tipo de cambio real como variables adicionales. El crecimiento trimestral rezagado de nuestro principal socio comercial (promedio móvil tres meses de la producción industrial para el modelo mensual) es un factor determinante en la dinámica de la actividad económica en México; el coeficiente es significativo y su magnitud bastante considerable. El resultado es consistente con la relación estimada de largo plazo en otros ejercicios que encuentran una elasticidad cercana a uno entre la actividad económica de ambos países. El efecto del tipo de cambio real se obtuvo de manera aislada a la estimación GMM. Al no obtener derivar estimadores más o menos intuitivos, calculamos la elasticidad de largo plazo entre las exportaciones<sup>10</sup> y el tipo de cambio (promedio móvil un año), ésta es de alrededor de .09 y .01 con información trimestral y mensual respectivamente (en Vicent (2002) se estima el efecto del tipo de cambio sobre las exportaciones y éste se impone en la ecuación IS para EUA). Este efecto es consistente con los resultados obtenidos en otros documentos de análisis en los que se encuentra que el tipo de cambio ha contribuido a amortiguar los choques financieros y económicos de los últimos 10 años, y no ha jugado un papel relevante en las fluctuaciones de variables económicas (excepto en la inflación, donde a pesar de su contribución positiva en el proceso de convergencia inflacionaria, ésta ha sido menor a lo esperado).

En resumen, los resultados indican que la dinámica estimada de la inflación, actividad económica y política monetaria, han dependido en diferentes dimensiones de las expectativas generadas por el modelo (ver figura 1). Es decir, la aproximación de nuestros estimadores a los observados capturan los valores esperados que en promedio los agentes económicos generan en la realidad. Además, también reconocemos la influencia de la inercia latente de las variables económicas en México, las cuales, como se verá más adelante, son mucho más persistentes que otras dinámicas propuestas. Como puede apreciarse en las gráficas de la figura 1, el sustento teórico que de manera agregada estima la ecuación de demanda, oferta y política monetaria, si provee una representación estilizada del dinamismo de la economía. El modelo captura adecuadamente el repunte del crecimiento económico a finales de 2003 que, coincidió con un aumento de la inflación en parte por choques de oferta (la estimación de la inflación tiende a estar por arriba del observado). La reacción monetaria está correctamente ejemplificada aunque, de acuerdo a nuestros resultados, la respuesta de política se desvió al alza de los fundamentales desde principios de 2005. Este resultado podría implicar que lo observado en este periodo fue un choque monetario que tuvo la intención de evitar que se contaminaran aún más las expectativas inflacionarias de largo plazo. Recordemos que en este lapso se caracterizó por continuos choques en los precios agrícolas, los cuales se agregan en los residuales de curva Phillips aumentada, y que explica del por qué la regla de política monetaria estimada para ese periodo no proyecta una tasa de fondeo mayor.

### Transmisión de choques macroeconómicos en el modelo

Antes de discutir los resultados, se integra a la estructura econométrica dos restricciones adicionales ya justificadas (ecuaciones 4 y 5). La primera es la relación que corresponde a la definición de los cambios en la paridad cambiaria, la cual estará en función de su rezago y del diferencial de tasas de interés. La segunda restricción consiste en asumir que las tasas de interés de largo plazo reflejan el valor esperado del rendimiento ponderado de la tasa de referencia de política monetaria, más una prima riesgo. Para la especificación trimestral, el número de periodos proyectados no es mayor a 10 trimestres, ya que no se observa ninguna dinámica después de este periodo. Con información mensual utilizamos 14 meses. Estas dos relaciones nos permitirán especular sobre los efectos interrelacionados de las variables macro y financieras.

Para derivar la solución no-reducida de las estimaciones arriba obtenidas, y simular la transmisión macroeconómica ante diferentes choques, hay que obtener una solución numérica que resuelva la estructura del modelo, considerando que éste es un sistema de ecuaciones lineales con expectativas racionales y rezagos incluidos. Utilizamos la solución propuesta por

---

10 Promedio móvil 6 meses del crecimiento de las exportaciones no petroleras.

McCallum (1998, 1999), llamada MSV (variable de estado mínimo – por sus siglas en inglés). La solución permite diferenciar entre los posibles resultados, y elimina aquellos que no convergen; en caso de haber más de una solución, se escoge aquella que minimiza la varianza del modelo. El algoritmo transforma la estructura reducida cuya especificación es

$$x(t+1) = A x(t) + C z(t) + u(t+1)$$

por la versión

$$y(t) = C x(t) + D u(t)$$

$x(t) = [y(t), k(t)]$  donde  $k(t)$  es el conjunto de variables predeterminadas y  $y(t)$  las no-predeterminadas ( $Z(t)$  es la matriz de variables exógenas y  $u(t)$  es la matriz de perturbaciones). La solución (en caso de que exista) nos asegura que los coeficientes sean estructurales (invariantes a cambios en la política monetaria o otras distorsiones); es decir, la trayectoria y pronósticos de las variables capturan el hecho de que algunos agentes económicos (al conocer el estado de la economía y su dinámica) asimilan el evento económico observado y reaccionan de manera racional. Algunos otros, enfrentarán restricciones o simplemente la formación de sus expectativas es diferente. Los parámetros utilizados para resolver el sistema corresponden a los obtenidos para el modelo trimestral. No sólo porque es práctico comparar nuestros resultados con los de algún benchmark teórico (representación estándar es por trimestres), también es la especificación más precisa y no depende de una gama amplia de instrumentos. El sistema completo es:

$$\begin{aligned} i_t &= (1 - 0.35)[1.3(E_t \pi(t+4)) + 0.47 \tilde{Y}_t] + 0.35 i_{t-1} + e_t \\ \tilde{Y}_t &= Y_t - \bar{Y}_t \\ \bar{Y}_t &= 0.98 \bar{Y}_t + c_t \\ \pi_t &= 0.57(E_t \pi(t+4)) + 0.39 \pi_{t-1} + .08(\Delta SR_{t-1}) + .07 \tilde{Y}_t + u_t \\ Y_t &= 0.36(E_t Y(t+4)) + 0.58 Y_{t-1} + .09(\Delta SR_t) + 0.61 Y_{t-1}^* - 0.23 r_t + v_t \\ \Delta s_t &= 0.7 \Delta s_{t-1} + (i_t^T - i_t^{*T}) \\ \Delta SR_t &= \Delta s_t - \pi_t \\ i_t^T &= [E_t(i_t + i_{t+1} + i_{t+2} + i_{t+3} \dots + i_{t+T})] / T + 1 + \sigma_t \end{aligned}$$

El VAR estimado, utilizando el algoritmo de McCallum, encuentra una solución única y estable: no hay burbujas que impidan la solución y convergencia de las variables, además de haber una sola trayectoria al estado estacionario.

En las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se muestran los resultados de las simulaciones realizadas (funciones impulso respuesta). La línea punteada y la de aros, representan los resultados del modelo de McCallum (2001), que es nuestro modelo benchmark, y de un VAR estimado por nosotros<sup>11</sup>. La figura 2 presenta la simulación de un choque transitorio de demanda en una unidad<sup>12</sup>. Como se aprecia, el efecto de un aumento en el crecimiento económico proveniente de la demanda sobre la inflación es positivo<sup>13</sup>, de mayor magnitud y persistencia que el VAR y especificación benchmark. Hay que señalar que la transmisión se da de manera directa al ampliarse el output gap, y también a través de las expectativas inflacionarias que se generan en el periodo  $t$  (curva de Phillips aumentada de México (2)).

Tanto la inflación y crecimiento económico muestran lentitud en el proceso de convergencia, ambos tardan más de 7 trimestres en regresar al nivel de equilibrio (más de 3 años para la inflación). Son más persistentes que los sugeridos por el modelo benchmark de McCallum e incluso que los del VAR. En McCallum y Nelson (1999), la dinámica de la actividad económica en EUA tarda 5 periodos en perder el efecto inicial de la demanda. En la versión estructural con sólo variables rezagadas de Rudebusch y Svensson (1999) para EUA, la convergencia se da hasta el noveno trimestre. Igualmente, observamos una mayor inercia en la respuesta de política monetaria y del tipo de cambio nominal. La respuesta monetaria

11 El cual incluye información trimestral del crecimiento del PIB, inflación anual, tasa de fondeo bancario, y Cetes 91 días.

12 Dado que se asume que en el periodo  $t$  el sistema se encuentra en estado estacionario, los choques simulados y respuestas de las variables se miden en unidades de cada variable.

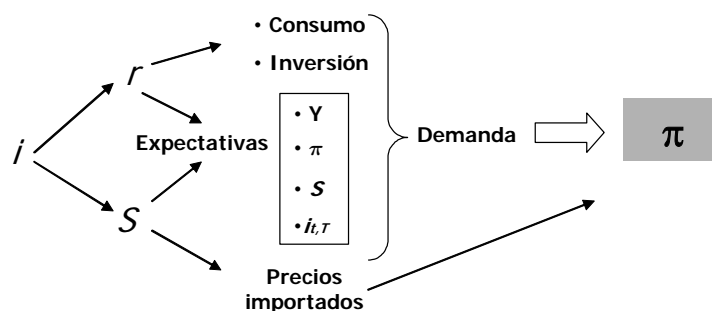
13 El choque podría ser debido bien a la política fiscal, o bien a los cambios en las preferencias de los consumidores.

es inmediata para evitar que se contaminen las expectativas inflacionarias; sin embargo, dado que el output gap forma parte de las variables objetivo de la regla monetaria, la inflación magnifica su incremento al perdurar más el impulso de la demanda agregada. Por lo tanto, la respuesta de política monetaria es más lenta pero de mayor magnitud que la simulación benchmark. A pesar del incremento en las tasas de interés de corto y largo plazo, el peso se deprecia, ya que los bonos de mayor duración aumentan como resultado de mayores expectativas de inflación en el mediano plazo. Conforme la inflación cae, los Ms anticipan la caída e incide para que el tipo de cambio no sobre-reaccione. La depreciación del tipo de cambio real es menos duradera en consecuencia. De hecho, se aprecia conforme el cambio en los precios se va mitigando y la tasa de política monetaria hace su trabajo sobre las expectativas. El peso anticipa que en el futuro las tasas de interés bajarán y en el presente se contemplan incrementos en precios. Esta depreciación da un pequeño impulso a la demanda, la cual crece más de una unidad (valor simulado).

La figura 3 representa la dinámica de la economía ante una perturbación de oferta negativa y transitoria en una unidad (puede representar la transmisión de aumentos en los precios agrícolas, energéticos o cambios en la estructura competitiva del país). La trayectoria de la respuesta de la inflación muestra bastante inercia, similar al la del VAR. Pero además de seguir una trayectoria muy paulatina, el primer impulso genera una mayor propagación de la espiral inflacionaria que en el modelo benchmark. Mientras que en nuestra especificación la inflación se incrementa en más de 1.8 unidades, ésta sólo es de 1.5 en el modelo de referencia. La persistencia de la inflación propicia que tarde poco más de 8 trimestres en converger (contra 7 trimestres de la especificación de McCallum). En el proceso de formación de precios se asimila, por un lado, que no se permitirá una caída abismal de la demanda agregada, por lo que el valor esperado de la inflación aumenta en el corto plazo (de ahí que el ascenso inicial en los precios se retroalimente). Por otro lado, la mayor gradualidad de la misma inflación, del tipo de cambio (pass-through), y tasas de interés, añaden lentitud a la convergencia. La demanda agregada tarda en desacelerarse ya que es compensada en el corto plazo por la depreciación de la moneda.

La respuesta de la política monetaria es inmediata y fuerte, ya que la espiral inflacionaria, propiciada en un principio por la intensa pérdida de valor del peso (nominal y real), se acelera. Esta lentitud de la trayectoria de los precios para aproximarse nuevamente al equilibrio es consistente con modelos que únicamente incorporan rezagos (o asumen expectativas adaptativas) en la ecuación de oferta. La diferencia radica en que el modelo semi-estructural que se propone captura, por un lado, el efecto que la espiral inflacionista genera en las expectativas de corto plazo. Después, éstas se ajustan una vez que la política monetaria ha hecho su trabajo. Es decir, a partir del segundo trimestre, la inflación converge más rápido que en una especificación que no toma en cuenta el dinamismo de las expectativas. Las tasas de interés de largo plazo también anticipan una caída de los precios, por lo que sólo aumentan en el corto plazo.

Aunque en el contexto actual de reglas contingentes de política monetaria y objetivos de inflación, los choques no anticipados de política monetaria tienen poco peso en la variabilidad del sistema, éstos sí ocurren con datos de mayor frecuencia y son implementados, en ocasiones, para prevenir algún desvío de las expectativas que no estén en línea con las del Banco Central (criterio no explícito en una regla monetaria). Además, para intuir la forma en que se origina la transmisión, y así entender los alcances del instituto central, es relevante identificar los efectos de las intervenciones de política independientes del ciclo macroeconómico. El mecanismo de transmisión de la política monetaria en este modelo se da de la manera siguiente: cambios en la tasa de referencia inciden simultáneamente en los precios de los activos de la economía, expectativas sobre la inflación, actividad económica, política monetaria, tasas de interés del mercado (de largo plazo), y tipo de cambio; la dinámica conjunta de estas variables afectará la demanda interna y externa, lo cual, finalmente, modificará el grado de presiones inflacionarias.



La simulación se muestra en la figura 4. Como se puede apreciar, la inflación cae más lentamente que la del modelo benchmark, y su impacto no es tan considerable. En este caso, la desaceleración de la demanda no es tan amplia como la provocada por el modelo benchmark y la respuesta del tipo de cambio real dista de ser impresionante. El tipo de cambio cae (aprecia) ya que las tasas de largo plazo anticipan una menor inflación y relajamiento monetario, efecto que de acuerdo a las condiciones de libre movilidad de capital, provoca una sobreacción (overshooting) en la paridad peso-dólar. El tipo de cambio real sigue una trayectoria de apreciación hasta el tercer trimestre. Un choque monetario puede ejemplificarse si pensamos, como dijimos anteriormente, que los bancos centrales con la intención de evitar un contagio mayor a lo esperado, inciden en una tasa de referencia mayor o menor a la sugerida por los fundamentales. La demanda no cae sustancialmente ya que, conforme al modelo, no es creíble que el banco central intente propiciar una fuerte desaceleración. La política monetaria no sólo influye en el ciclo económico y en la inflación a través del efecto directo que se origina al romper con el equilibrio de la tasa interés real, sino también a través de la generación de expectativas entorno al dinamismo conjunto de la demanda agregada, inflación, tipo de cambio y tasas de interés de largo plazo.

Los choques simulados de demanda y oferta son eventos aislados, y han tenido la finalidad de evaluar la transmisión macroeconómica bajo el supuesto de que las relaciones macroeconómicas de México se asemejan, en promedio, a la estructura impuesta en este ejercicio. Sin embargo, pareciera que la dinámica de las principales variables macro entre 2003, 2004, y 2005, son una combinación de las perturbaciones que en este trabajo se generan. Por ejemplo, el PIB recibió un importante impulso desde finales de 2003, lo que llevo la tasa de crecimiento anual de 1.3% en ese año a 4.4% en 2004; después de un año, la economía empieza a perder parte del momentum (como también se observa en la simulación realizada a la ecuación de demanda). En este lapso, junto con el contagio de los choques de oferta, las expectativas inflacionarias se elevaron e incidieron en un mayor inflación, la cual de un mínimo de alrededor de 4.0% en el 2003, se ubicó en 5.2% en el siguiente año. Esto propició una reacción severa de la política monetaria que permitió que la tasa de fondeo se ajustara al alza en más de 300 pb (similar a lo observado en nuestras simulaciones tanto de oferta como de demanda). El tipo de cambio inició un periodo de continua depreciación al pasar de un promedio mensual de 10.25 ppp del segundo trimestre de 2003 a 11.51 ppp en el 2004 (pareciera, en general, que el choque de oferta simulado ha sido de mayor intensidad al que se observó en este periodo). La convergencia de todas las variables coincide con el ajuste que la economía mexicana resintió durante el 2005.

Finalmente, con la intención simplemente de especular, simulamos los efectos que en este modelo generarían cambios en la prima riesgo de la tasa de largo plazo y en el PIB potencial (figuras 5 y 6 respectivamente). En el primero, se simula un incremento inesperado de 50pb en la prima de riesgo; esto genera, por definición, un aumento en el tipo de cambio, el cual, al tener mayor persistencia, tarda más en converger. La respuesta de las autoridades del banco central a este marginal cambio en la prima riesgo pareciera no ser suficiente para apretar las condiciones monetarias. El aumento de la tasa de interés es de sólo 20 puntos base en 3 trimestres. Mientras este ajuste no desestabilice las expectativas inflacionarias o de estabilidad económica, no pareciera que Banxico estaría dispuesto a reaccionar a un evento de estas características. Cabe mencionar que en la dinámica del PIB vemos un efecto positivo (aunque casi nulo) en los primeros trimestres. Esto se debe al papel que juega el tipo de cambio real; sin embargo, la paridad está reaccionando a un aumento del riesgo, no a un ajuste macroeconómico, por ello, no es intuitivo observar este patrón. Cuando mucho, la dinámica del PIB debería resistirse a reaccionar en los primeros meses. Esto se origina ya que no estamos vinculando a la prima riesgo con alguna función de inversión; en principio, a mayor prima riesgo, la inversión debería caer e incidir negativamente en la actividad económica.

La transmisión de un aumento en el PIB potencial en una unidad (en este caso sería de 1%), es por definición un incremento en la capacidad para producir bienes y servicios más competitivos. Es decir, es un estímulo en los procesos de producción de una economía que le permite reducir costos y generar mayor bienestar económico que se traduce en mayor empleo e impulso para la demanda. Por ello, ante un choque de esta magnitud, la demanda agregada se incrementa en casi 0.9% y se queda en niveles por arriba de 0.5%. Los precios caen y permanecen por debajo del equilibrio por más de 2 años. Esto da margen a un proceso de apreciación cambiaria y de menores tasas de interés. La tasa de referencia tendría margen para disminuir casi 100 pb. La tasa de largo plazo no cae tanto como resultado de un mayor dinamismo económico que es el elemento que hace que todas las variables del sistema converjan.

## Conclusiones

En este documento se diseña e implementa un modelo econométrico en pequeña escala para la economía mexicana (semi-estructural): los parámetros incorporan el efecto de las expectativas racionales que se generan dentro del modelo y permite el vínculo entre todas las ecuaciones estimadas. El considerar el papel que juegan las expectativas en la economía, así como las restricciones nominales y reales que ocasionan un progresivo ajuste de los ciclos, es lo que hace de este trabajo una aportación en la literatura empírica en México. Debido a la simplificación de la estructura propuesta, no se puede elaborar un análisis muy detallado de la transmisión macroeconómica, pero nos permite, a través de su simplicidad, ejecutar ejercicios analíticos y de pronósticos fáciles de implementar y poco costosos. El modelo genera dinámicas consistentes con la teoría y evolución empírica, sin embargo, también sirve como herramienta de reflexión más allá de las estimaciones. Dada la flexibilidad de la estructura econométrica, se facilita el análisis de política económica y de sus efectos en la economía. También, la restricción y estimación de los parámetros del modelo son relativamente sencillas de imponer y manipular; por ejemplo, se pueden introducir supuestos diferentes y experimentar con ellos sin necesariamente modificar radicalmente su estructura.

Los resultados y simulaciones del modelo sustentan su especificación al derivarse trayectorias acordes con la teoría y proceso empírico, además de permitir soluciones consistentes, eficientes y únicas. Asimismo, capturan apropiadamente la dinámica de la inflación, crecimiento, y política monetaria. En esta última, corroboramos que la acción del banco central se ha concentrado en influir sobre las expectativas de inflación, pero permitiendo una convergencia gradual que sea congruente con el ciclo de actividad económica. Por otro lado, se realizan ejercicios para especular sobre las consecuencias macroeconómicas de ajustes en las primas riesgo de las tasas de interés y nivel del PIB potencial. La dinámica de estas simulaciones nos instruye sobre los posibles beneficios de impulsar una política estratégica que desarrolle las capacidades productivas de la economía y minimice la variabilidad de la percepción riesgo país.

Las extensiones al modelo son factibles, sin que esto implique mayores complicaciones en su desarrollo e implementación. Por ejemplo, la especificación del tipo de cambio y tasas de interés refleja más un comportamiento teórico que empírico; esto abre la posibilidad de incorporar relaciones que expresen más las condiciones propias de estos mercados, como estimaciones de largo plazo (inflación México-EUA, de crecimiento etc.), o explorar más a fondo la determinación de la prima riesgo. También tiene cabida en la estructura de este modelo una especificación más explícita de la dinámica de crecimiento y tasas de interés en EUA. Una presunción del modelo es que el PIB potencial es exógeno, por lo que convendría definir una función más específica del crecimiento de largo plazo.

A pesar de las posibles extensiones que sin duda mejorarían la especificación de este modelo, la estructura actual sí es capaz de capturar la dinámica de las principales variables económicas y permite elaborar sobre diversos cuestionamientos analíticos. El presente modelo servirá de herramienta indispensable tanto en la generación de escenarios stress (petróleo, desaceleración de EUA, etc.), así como de benchmark de los pronósticos macroeconómicos de BBVA Bancomer para México.

Tabla 1

	Política monetaria		
	Trimestral	Mensual	Simultáneo
$\phi$	1.3 (11.4)	2.1 (3.6)	1.7 (1.7)
$\theta$	0.47 (4.86)	0.38 (1.74)	0.56 (3.1)
$\rho$	0.35 (5.5)	0.5 (6.6)	0.58 (4.2)
R-ajust.	0.85	0.8	0.87
J-Est.	0.17	0.12	0.08

T estadístico en paréntesis

Tabla 2

	Phillips		
	Trimestral	Mensual	Simultáneo
$\lambda$	0.57 (7.49)	0.36 (1.9)	0.51 (2.6)
$\alpha$	0.39 (11.1)	0.5 (7.3)	0.46 (3.3)
$\tau$	0.08 (3.2)	0.13 (1.76)	0.19 (1.4)
$\gamma$	0.07 (1.4)	0.02 (1.6)	0.05 (2.9)
R-ajust.	0.92	0.85	0.8
J-Est.	0.15	0.08	0.11

T estadístico en paréntesis

Tabla 3

	Demanda		
	Trimestral	Mensual	Simultáneo
$B$	0.36 (4.87)	0.44 (2.1)	0.29 (3.9)
$\delta$	0.58 (2.51)	0.65 (6.3)	0.72 (4.8)
$\mu$	0.09 -	0.01 -	0.01 -
$\Gamma$	0.61 (5.5)	0.8 (3.9)	0.65 (5.1)
$\eta$	-0.23 (-3.75)	-0.14 (-1.6)	-0.06 (-1.5)
R-ajust.	0.93	0.89	0.86
J.Est.	0.12	0.14	0.09

T estadístico en paréntesis

Figura 1

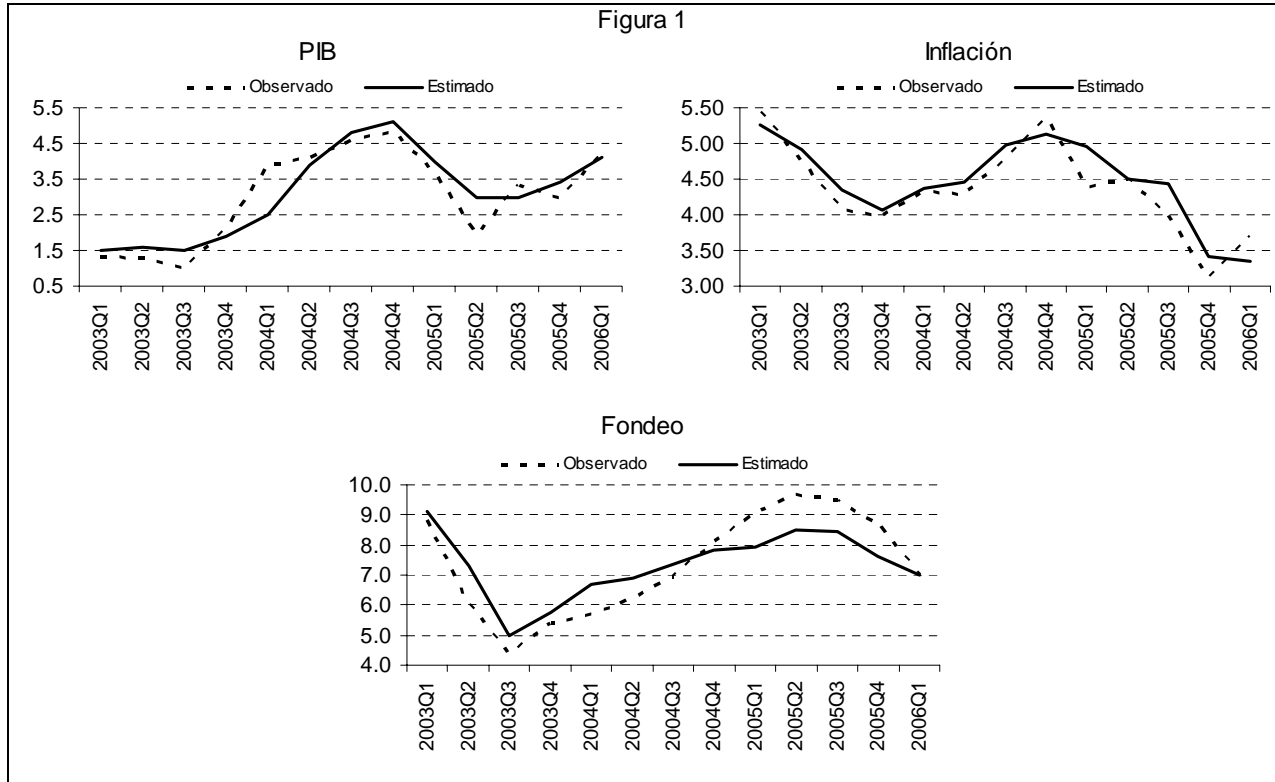




Figura 2

Respuesta a un choque de demanda

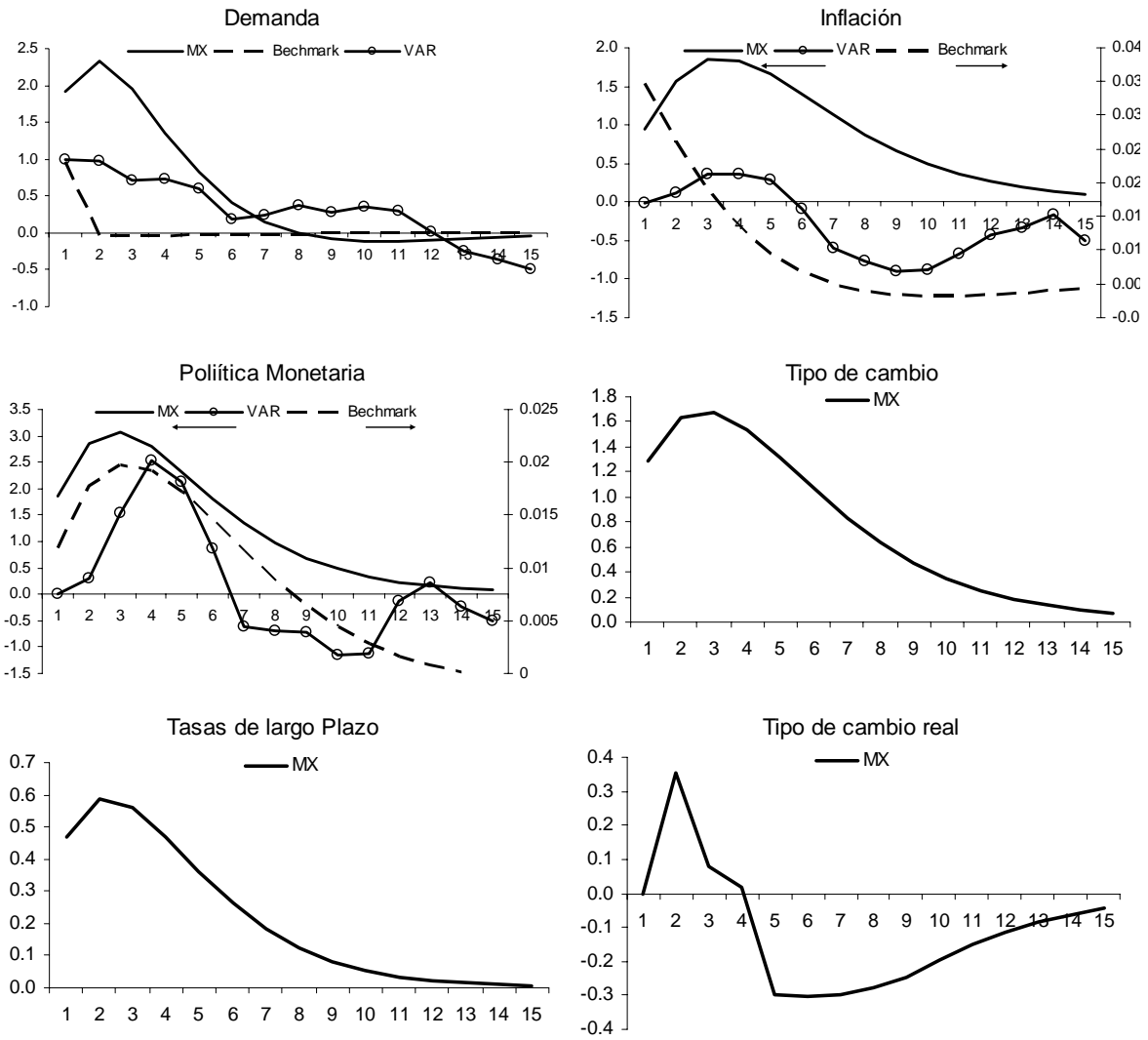


Figura 3  
 Respuesta a un choque de oferta

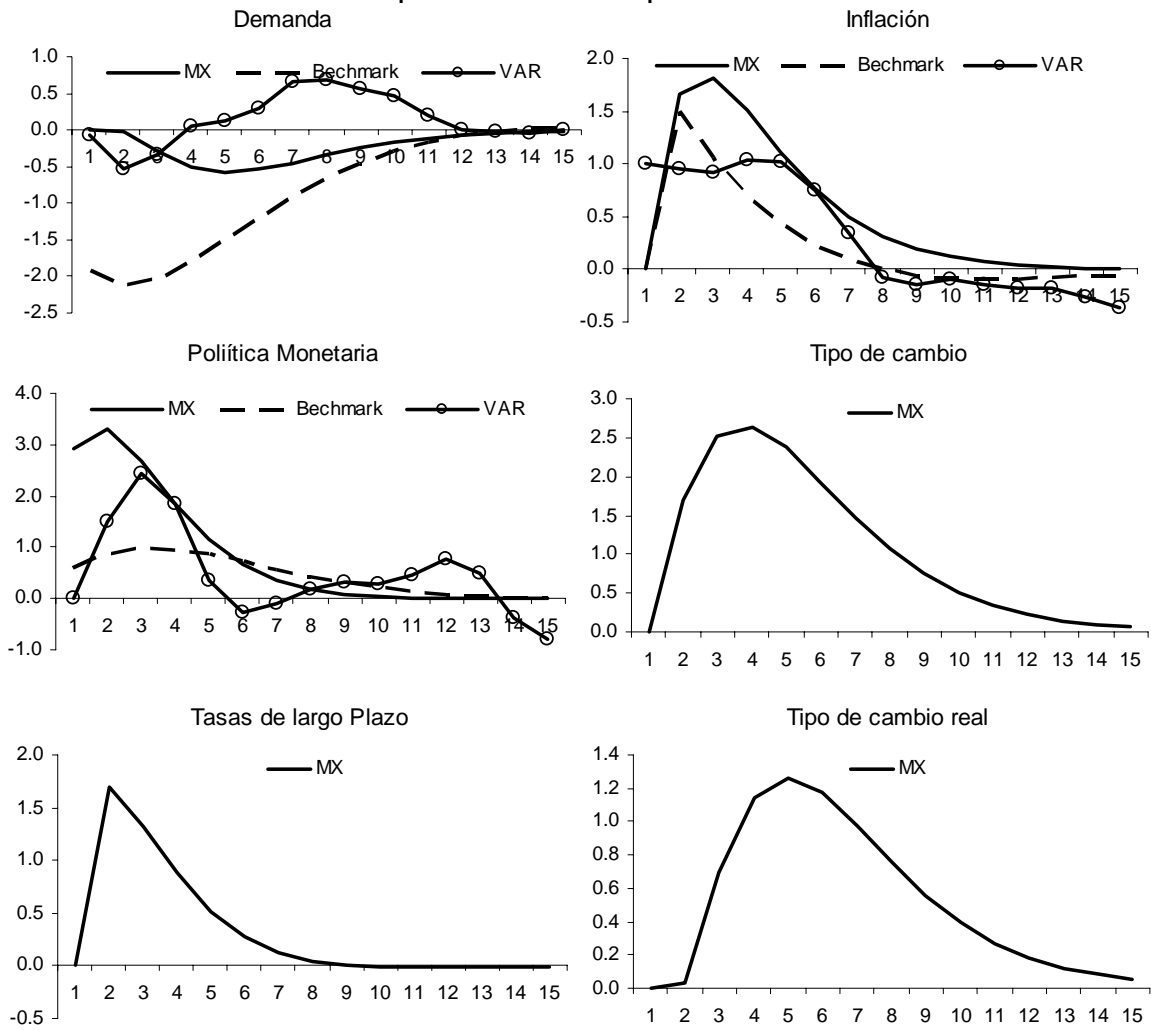


Figura 4

Respuesta a un choque de política monetaria

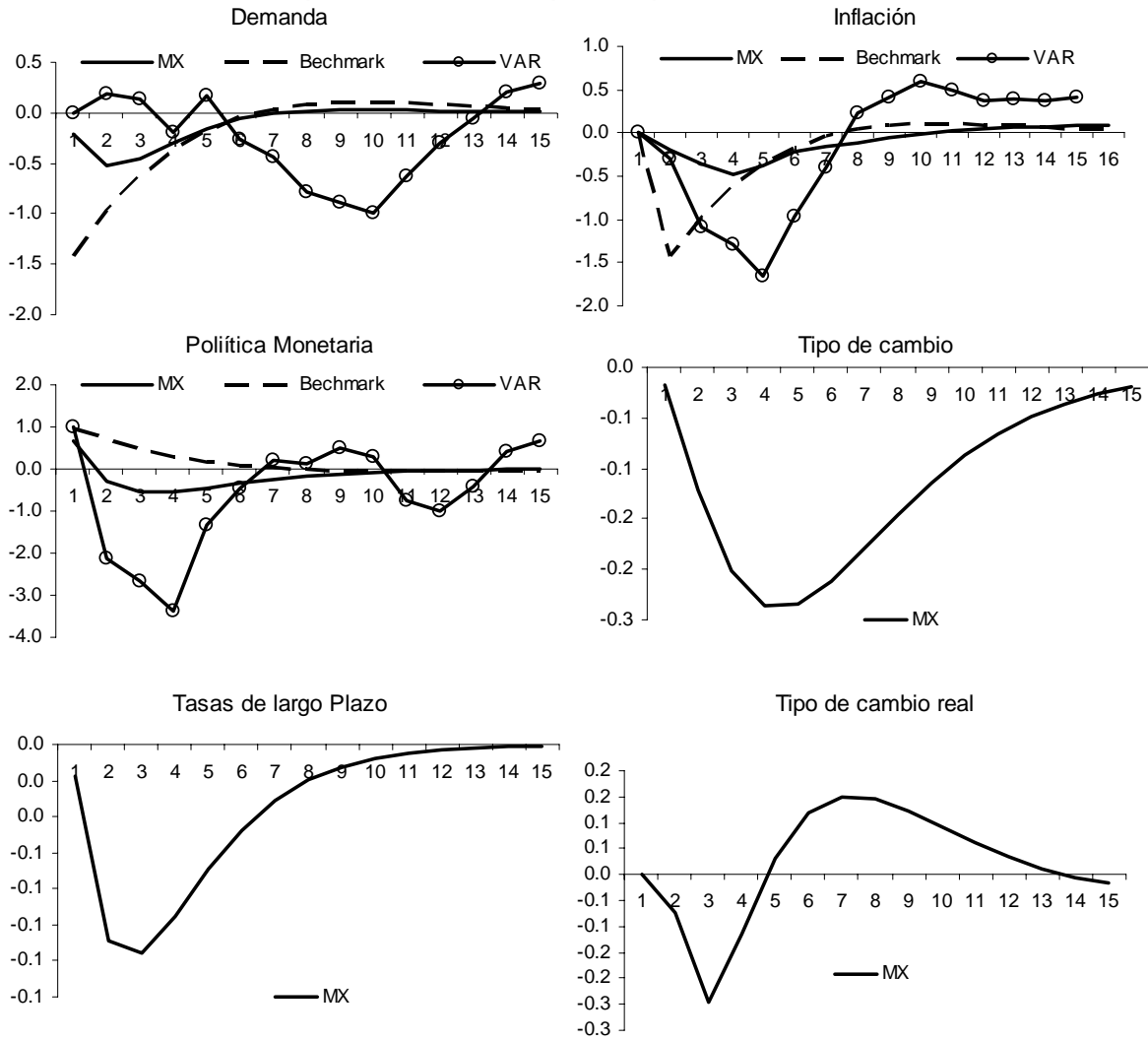


Figura 5

Respuesta a un choque de prima riesgo

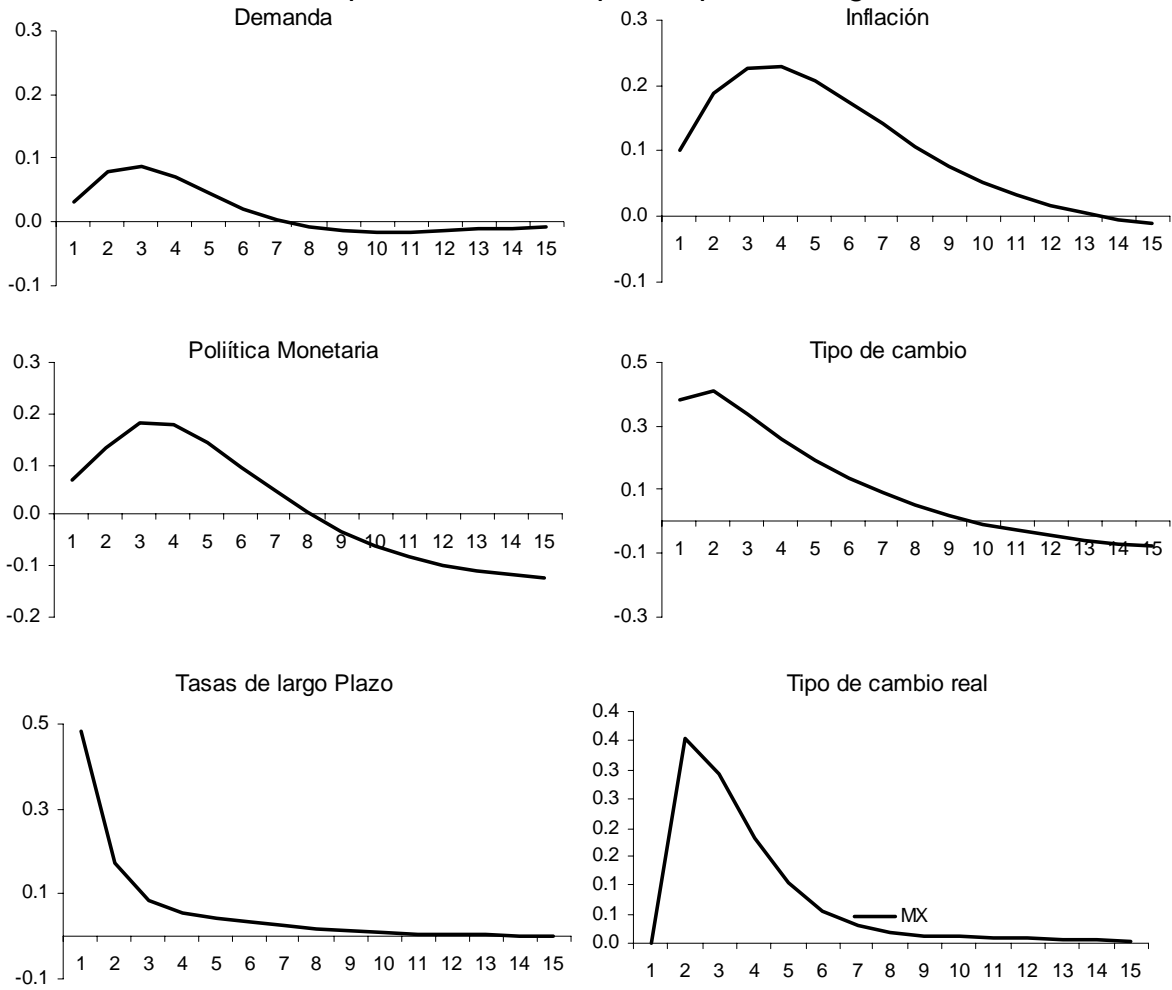
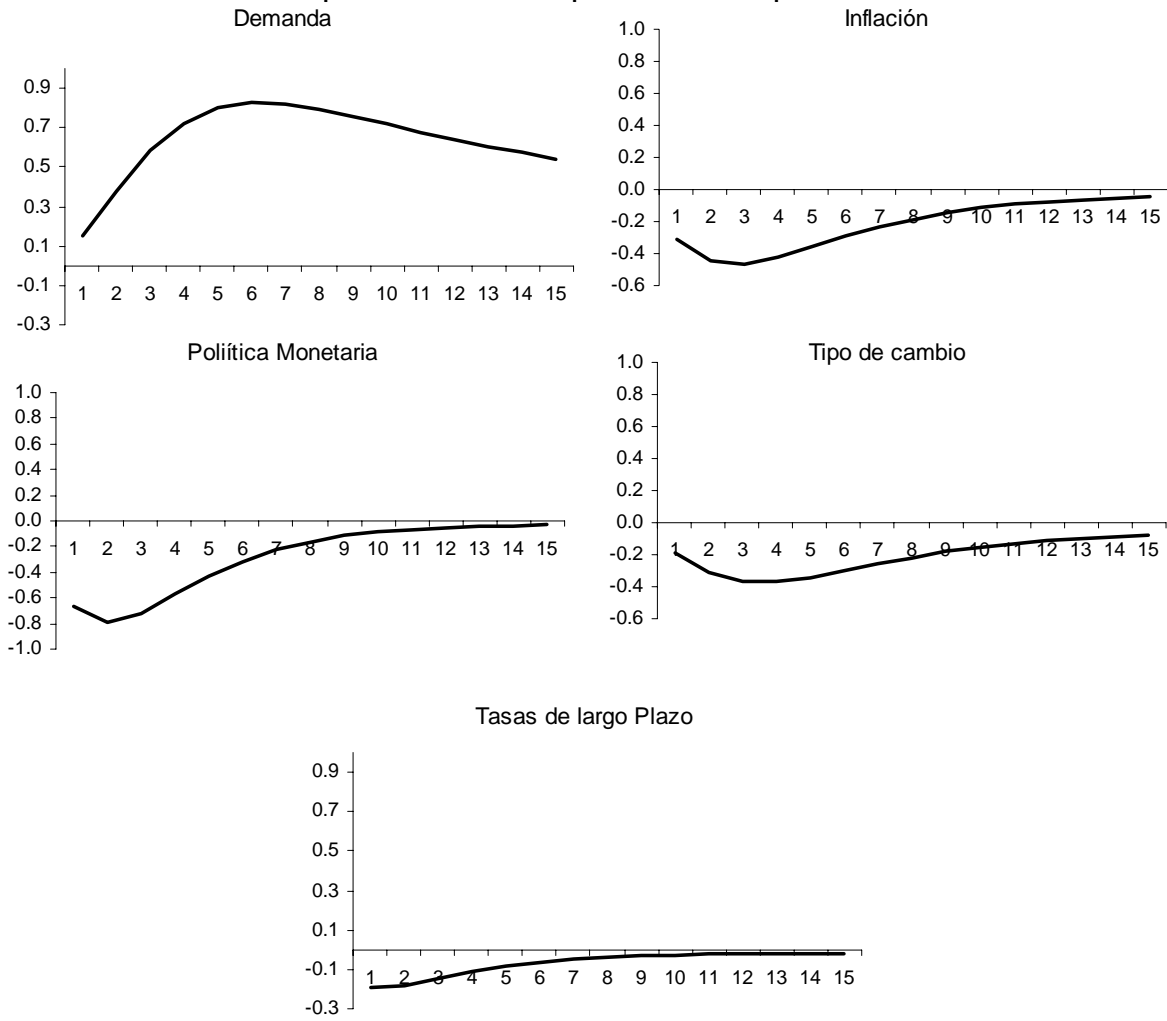


Figura 6  
Respuesta a un choque en el PIB potencial



## Bibliografía

- Chinn, Menzie D. y Meredith Guy (2004). "Monetary Policy and Long-Horizon Uncovered Interest Parity". IMF Vol. 51. No3.
- Clarida, Richard (2001). "The empirics of Monetary Policy Rules in open economies". NBER working paper 8603.
- Clarida, Richard, Galí, Jordi, y Mark Gertler (1997). "Monetary policy rules in practice: Some internacional evidence". NBER working paper 6254.
- Clarida, Richard, Galí, Jordi, y Mark Gertler (2000). "Monetary policy rules and macroeconomic stability: evidence and some theory". *The Quarterly of Economics*.
- Clarida, Richard, Galí, Jordi, y Mark Gertler (2001). "Optimal monetary policies in closed vs open economies: An integrated approach". *American Economic Review Papers and Proceedings: 246-252*.
- Estrella, Arturo, y Mishkin Frederic S. (1999). "Rethinking the Role of NAIRU in Monetary Policy: Implications of Model Formulation and Uncertainty". In Taylor, John B. ed., *Monetary Policy rules. NBER (31)*.
- Fuhrer, Jeffrey C. (1997). "The (un)importante of forward-looking behaviour in price specifications". *Journal of Money Credit and Banking 29: 339-350*.
- Fuhrer, Jeffrey C. (2000). "Habit Formation in consumption and its implications for monetary policy models". *American Economic Review 90: 367-390*.
- Fuhrer, Jeffrey C. y G. R. Moore (1995). "Inflation persistente". *Quarterly Journal of Economics 109:127-159*
- Lansing, K y B. Theran (2001). "Forward-Looking behaviour and the optimality of the Taylor rule". Federal Reserve Bank of San Francisco WP 2001-03.
- Mankiw, N. Gregory (2001). "The inexorable and mysterious trade-off between inflation and unemployment". *The Economic Journal 111:45-61*.
- McCallum B.T (1998). "Solution to linear racional expectations models: A compact exposition." *Economic Letters 61: 143-147*.
- McCallum, B.T. (1999). "Role of minimal state variable criterion in racional expectations models". *International Tax and Public Finance 6: 621:639*.
- McCallum B.T. (2001). "Should monetary policy respond strongly to output gaps?" *American Economic Review, Papers and Proceedings 91:258-262*.
- McCallum, B.T. y E. Nelson. (1997). "An optimizing IS-LM specification for monetary policy and business cycle análisis". NBER working paper 5875.
- McCallum, B.T. y E. Nelson. (1999). "Performance of operacional policy rules in an estimated semiclassical structural model". In Taylor, John B. ed., *Monetary Policy rules. NBER (31)*.
- Mohanty, M.S. y Klau, Marc (2004). "Monetary Policy Rules in Emerging Markets Economies: Issues and Evidence." BIS working paper 149.

Poole, William (2005). "The Fed's Monetary Policy Rule". Federal Reserve Bank of St. Louis.

Rotemberg, Julio J., y Michael Woodford (1998). "An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy: Extended versión". NBER working paper 233.

Rudebusch, Glenn D. (2000). "Assesing nominal income rules for monetary policy with model and data uncertainty". Federal Reserve Bank of San Francisco, working paper 2000-03.

Rudebusch, Glenn D. (2002). "The term structure evidence on interest rate smoothing and monetary policy inertia". *Journal of Monetary Economics* (49): 1161-1187.

Rudebusch, Glenn D., y Lars E. O. Svensson (1999). "Policy rule for inflation targeting". In Taylor, John B. ed., *Monetary Policy rules. NBER (31)*.

Smets, Frank (2000). "What horizon for price stability?". European Central Bank, workin paper 24.

Taylor, John B. (1999a). "A historical análisis of monetary policy rules". In Taylor, John B. ed., *Monetary Policy rules. NBER (31)*.

Taylor, John B. (1999b). "Using monetary policy rules in emerging markets". Draft.

Torres García, Alberto (2002). "Un análisis de las Tasas de Interés en México a través de la Metodología de Reglas Monetarias". Banco de México documento de investigación 2002-11.

Vincent, Nicolas (2002). "NAOMI/US: A small-scale model of the U.S. economy". Department of Finance Canada. Working paper # 2002-09.

## WORKING PAPERS

- 0001 **Fernando C. Ballabriga, Sonsoles Castillo:** BBVA-ARIES: un modelo de predicción y simulación para la economía de la UEM.
- 0002 **Rafael Doménech, María Teresa Ledo, David Taguas:** Some new results on interest rate rules in EMU and in the US
- 0003 **Carmen Hernansanz, Miguel Sebastián:** The Spanish Banks' strategy in Latin America.
- 0101 **Jose Félix Izquierdo, Angel Melguizo, David Taguas:** Imposición y Precios de Consumo.
- 0102 **Rafael Doménech, María Teresa Ledo, David Taguas:** A Small Forward-Looking Macroeconomic Model for EMU
- 0201 **Jorge Blázquez, Miguel Sebastián:** ¿Quién asume el coste en la crisis de deuda externa? El papel de la Inversión Extranjera Directa (IED)
- 0301 **Jorge Blázquez, Javier Santiso:** Mexico, ¿un ex - emergente?
- 0401 **Angel Melguizo, David Taguas:** La ampliación europea al Este, mucho más que economía.
- 0402 **Manuel Balmaseda:** L'Espagne, ni miracle ni mirage.
- 0501 **Alicia García Herrero:** Emerging Countries' Sovereign Risk:Balance Sheets, Contagion and Risk Aversion
- 0502 **Alicia García-Herrero and María Soledad Martínez Pería:** The mix of International bank's foreign claims: Determinants and implications
- 0503 **Alicia García Herrero, Lucía Cuadro-Sáez:** Finance for Growth:Does a Balanced Financial Structure Matter?
- 0504 **Rodrigo Falbo, Ernesto Gaba:** Un estudio econométrico sobre el tipo de cambio en Argentina
- 0505 **Manuel Balmaseda, Ángel Melguizo, David Taguas:** Las reformas necesarias en el sistema de pensiones contributivas en España.
- 0601 **Ociel Hernández Zamudio:** Transmisión de choques macroeconómicos: modelo de pequeña escala con expectativas racionales para la economía mexicana
- 0602 **Alicia Garcia-Herrero and Daniel Navia Simón:** Why Banks go to Emerging Countries and What is the Impact for the Home Economy?
- 0701 **Pedro Álvarez-Lois, Galo Nuño-Barrau:** The Role of Fundamentals in the Price of Housing: Theory and Evidence.



- 0702 **Alicia García-Herrero, Nathalie Aminian, K.C.Fung and Chelsea C. Lin:** The Political Economy of Exchange Rates: The Case of the Japanese Yen
- 0703 **Ociel Hernández y Cecilia Posadas:** Determinantes y características de los ciclos económicos en México y estimación del PIB potencial
- 0704 **Cristina Fernández, Juan Ramón García:** Perspectivas del empleo ante el cambio de ciclo: un análisis de flujos.
- 0801 **Alicia García-Herrero, Juan M. Ruiz:** Do trade and financial linkages foster business cycle synchronization in a small economy?
- 0802 **Alicia García-Herrero, Eli M. Remolona:** Managing expectations by words and deeds: Monetary policy in Asia and the Pacific.
- 0803 **José Luis Escrivá, Alicia García-Herrero, Galo Nuño and Joaquin Vial:** After Bretton Woods II.
- 0804 **Alicia García-Herrero, Daniel Santabárbara:** Is the Chinese banking system benefiting from foreign investors?
- 0805 **Joaquin Vial, Angel Melguizo:** Moving from Pay as You Go to Privately Manager Individual Pension Accounts: What have we learned after 25 years of the Chilean Pension Reform?
- 0806 **Alicia García-Herrero y Santiago Fernández de Lis:** The Housing Boom and Bust in Spain: Impact of the Securitisation Model and Dynamic Provisioning.
- 0807 **Ociel Hernández, Javier Amador:** La tasa natural en México: un parámetro importante para la estrategia de política monetaria.
- 0808 **Patricia Álvarez-Plata, Alicia García-Herrero:** To Dollarize or De-dollarize: Consequences for Monetary Policy
- 0901 **K.C. Fung, Alicia García-Herrero and Alan Siu:** Production Sharing in Latin America and East Asia.
- 0902 **Alicia García-Herrero, Jacob Gyntelberg and Andrea Tesei:** The Asian crisis: what did local stock markets expect?
- 0903 **Alicia Garcia-Herrero and Santiago Fernández de Lis:** The Spanish Approach: Dynamic Provisioning and other Tools
- 0904 **Tatiana Alonso:** Potencial futuro de la oferta mundial de petróleo: un análisis de las principales fuentes de incertidumbre.
- 0905 **Tatiana Alonso:** Main sources of uncertainty in formulating potential growth scenarios for oil supply.
- 0906 **Ángel de la Fuente y Rafael Doménech:** Convergencia real y envejecimiento: retos y propuestas.
- 0907 **KC FUNG, Alicia García-Herrero and Alan Siu:** Developing Countries and the World Trade Organization: A Foreign Influence Approach.

- 0908 **Alicia García-Herrero, Philip Woolbridge and Doo Yong Yang:** Why don't Asians invest in Asia? The determinants of cross-border portfolio holdings.
- 0909 **Alicia García-Herrero, Sergio Gavilá and Daniel Santabárbara:** What explains the low profitability of Chinese Banks?.
- 0910 **J.E. Boscá, R. Doménech and J. Ferri:** Tax Reforms and Labour-market Performance: An Evaluation for Spain using REMS.
- 0911 **R. Doménech and Angel Melguizo:** Projecting Pension Expenditures in Spain: On Uncertainty, Communication and Transparency.
- 0912 **J.E. Boscá, R. Doménech and J. Ferri:** Search, Nash Bargaining and Rule of Thumb Consumers
- 0913 **Angel Melguizo, Angel Muñoz, David Tuesta and Joaquín Vial:** Reforma de las pensiones y política fiscal: algunas lecciones de Chile
- 0914 **Máximo Camacho:** MICA-BBVA: A factor model of economic and financial indicators for short-term GDP forecasting.
- 0915 **Angel Melguizo, Angel Muñoz, David Tuesta and Joaquín Vial:** Pension reform and fiscal policy: some lessons from Chile.
- 0916 **Alicia García-Herrero and Tuuli Koivu:** China's Exchange Rate Policy and Asian Trade
- 0917 **Alicia García-Herrero, K.C. Fung and Francis Ng:** Foreign Direct Investment in Cross-Border Infrastructure Projects.
- 0918 **Alicia García Herrero y Daniel Santabárbara García;** Una valoración de la reforma del sistema bancario de China
- 0919 **C. Fung, Alicia Garcia-Herrero and Alan Siu:** A Comparative Empirical Examination of Outward Direct Investment from Four Asian Economies: China, Japan, Republic of Korea and Taiwan
- 0920 **Javier Alonso, Jasmina Bjeletic, Carlos Herrera, Soledad Hormazábal, Ivonne Ordóñez, Carolina Romero and David Tuesta:** Un balance de la inversion de los fondos de pensiones en infraestructura: la experiencia en Latinoamérica
- 0921 **Javier Alonso, Jasmina Bjeletic, Carlos Herrera, Soledad Hormazábal, Ivonne Ordóñez, Carolina Romero and David Tuesta:** Proyecciones del impacto de los fondos de pensiones en la inversión en infraestructura y el crecimiento en Latinoamérica

The analyses, opinions and findings of these papers represent the views of their authors; they are not necessarily those of the BBVA Group.

The BBVA Economic Research Department disseminates its publications at the following website: <http://serviciodeestudios.bbva.com>



**Interesados dirigirse a:**

Servicio de Estudios Económicos BBVA

P. Castellana 81 planta 7

48046 Madrid

<http://serviciodeestudios.bbva.com>

