

Ciclos de Negocios en Economías Emergentes y Desarrolladas: el Rol de Shocks a la Productividad y a la Demanda Agregada

Franco Bignone

Tutor: Constantino Hevia

Universidad Torcuato Di Tella
Departamento de Posgrados de Economía
Maestría en Economía

Junio 2015

Abstract

El trabajo de investigación estima la importancia que tienen distintos tipos de shock para explicar los ciclos en pequeñas economías desarrolladas y en economías emergentes. Se considera un shock de demanda y dos shocks de productividad, uno con efecto permanente en la función de producción y otro con efecto transitorio. A través de la estimación de Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales, con restricciones de signo, se obtiene que un modelo de Equilibrio General, Dinámico y Estocástico sirve para caracterizar los dos tipos de economías mencionadas, utilizando datos de Canadá y México como representantes de las economías desarrolladas y emergentes, respectivamente. Se concluye que la principal fuente de fluctuación en las economías emergentes son shocks a la tendencia del crecimiento, en contraposición a lo que sucede en las economías desarrolladas, donde las fluctuaciones son consecuencia, en su mayoría, de shocks alrededor de una tendencia estable. Adicionalmente, se demuestra la relevancia de la inclusión de shocks de demanda en la estimación, ya que se obtiene que los mismos explican gran parte de la variabilidad de los ciclos del PBI en Canadá, así como también las fluctuaciones de variables nominales para ambas economías.

Palabras clave: Structural VAR, RBC, Demand Shocks, Productivity Shocks

1 Introducción

Es extensa la literatura existente, tanto en el ámbito teórico, como empírico, acerca de las diferencias en los ciclos de negocios en economías emergentes y desarrolladas. Se ha visto que las fluctuaciones en los ciclos de negocios de economías emergentes están caracterizadas por una gran volatilidad en el consumo y la existencia de cuentas corrientes fuertemente contracíclicas. Lo contrario ocurre en pequeñas economías desarrolladas. Aguiar y Gopinath (2007) muestran que un modelo estándar del tipo Real Business Cycles (RBC), sirve para caracterizar ambos tipos de economía. La premisa fundamental detrás del modelo es que, en economías emergentes, al ser frecuentes los cambios bruscos en la política fiscal, monetaria y de comercio internacional, la principal fuente de fluctuación en los ciclos son shocks a la tendencia del crecimiento. En contraste, en economías desarrolladas, son más frecuentes las fluctuaciones suaves alrededor de una tendencia estable.

El trabajo de Aguiar y Gopinath comienza con un modelo RBC estándar para pequeñas economías abiertas, con un solo bien y un solo activo, aumentado para incluir dos tipos de shocks de oferta: un shock transitorio, que tiende a desaparecer en el tiempo y un shock permanente, o shock a la tendencia de productividad. El principal objetivo de los autores es contrastar la importancia de los shocks a la tendencia versus los shocks transitorios a la productividad en economías emergentes y desarrolladas. Mediante la estimación estructural de los parámetros del modelo, utilizando el Método de los Momentos Generalizado (GMM), Aguiar y Gopinath demuestran que la importancia relativa de los shocks a la tendencia estocástica es una característica que sirve para distinguir a economías emergentes de las desarrolladas. En las economías emergentes, los shocks a la tendencia estocástica tienen una mayor importancia que los transitorios para explicar las fluctuaciones de los ciclos, mientras que en las economías desarrolladas sucede lo contrario. Como casos de referencia, Aguiar y Gopinath utilizan datos de México y Canadá para caracterizar los dos tipos contrapuestos de economías. Con el modelo resuelto y estimado para el caso mexicano, se obtienen cuentas corrientes contracíclicas y volatilidad del consumo que excede la volatilidad del ingreso, dos características asociadas empíricamente a las economías emergentes.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación también será el de medir la importancia relativa de los shocks permanentes a la tendencia, con respecto a los shocks transitorios de productividad en México y Canadá, pero utilizando una metodología distinta a la propuesta por Aguiar y Gopinath. La metodología a emplear será la estimación de Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales (SVAR, por su sigla en inglés), utilizando restricciones de signo para identificar los shocks estructurales. Previamente, se pretende extender el modelo teórico desarrollado por Aguiar y Gopinath, para incluir, además de los dos shocks de oferta considerados por los autores, un shock de demanda. El mismo será modelado a través de un impuesto ad-valorem al factor trabajo. La hipótesis de investigación es que los shocks permanentes a la tendencia tienen una mayor importancia que los shocks transitorios en

economías emergentes que en economías desarrolladas.

El trabajo se divide de la siguiente manera: en la segunda sección se describen brevemente los Antecedentes del Tema a estudiar y luego, en la tercera sección, se desarrolla el modelo que se utilizará como marco teórico. El mismo es una ampliación del modelo desarrollado por Aguiar y Gopinath en su trabajo, ya que en este caso, como se mencionó previamente, se incluirá un shock de demanda. En la cuarta sección se describe la metodología de estimación de Modelos Autorregresivos en Vectores con restricciones de signo y en la quinta parte se detallan los resultados obtenidos para las dos economías bajo estudio, México y Canadá.

2 Antecedentes del Tema

Los autores Kydland y Prescott, en su paper "Time to Build and Aggregate Fluctuations" (1982) fueron los primeros en introducir la idea de que los ciclos de negocios podían ser estudiados mediante Modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE models). Los modelos que siguieron al trabajo de Kydland y Prescott fueron bautizados como modelos de Real Business Cycles, principalmente por el énfasis que ponían en el rol de los shocks reales, en especial en los shocks tecnológicos, para explicar los ciclos de negocios¹. A partir de la publicación de este trabajo, proliferaron los estudios sobre las regularidades empíricas y teóricas en los ciclos de negocios de economías desarrolladas y emergentes, entre los cuales el de Aguiar y Gopinath(2007) es uno de los principales exponentes. Otros autores que estudiaron el tema incluyen Neumeyer y Perri (2005), García-Cicco, Pancrazi y Uribe (2006), Chang y Fernandez (2010) y Hevia (2014).²

Entre otros autores, Aguiar y Gopinath documentan las regularidades empíricas de los ciclos de un conjunto de países, enfatizando las diferencias entre economías emergentes y desarrolladas. Analizan los datos de 26 economías pequeñas, de las cuales 13 se clasifican como "mercados emergentes", según Standard and Poors (2000) y la International Finance Corporation³. Entre los

¹En base a Rebelo, Sergio, 2005. "Real Business Cycle Models: Past, Present And Future," *Scandinavian Journal of Economics*, v107(2), 217-238.

²Neumeyer, Pablo A. and Fabrizio Perri, 2005. "Business Cycles In Emerging Economies: The Role Of Interest Rates," *Journal of Monetary Economics*, v52(2,Mar), 345-380.

García-Cicco, Javier, Roberto Pancrazi, and Martín Uribe, 2010. "Real Business Cycles in Emerging Countries?" *American Economic Review* 100, 5: 2510-2531.

Roberto Chang & Andrés Fernández, 2013. "On The Sources Of Aggregate Fluctuations In Emerging Economies," *International Economic Review*, Department of Economics, University of Pennsylvania and Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, vol. 54, pages 1265-1293.

Constantino Hevia, 2014. "Emerging market fluctuations: What makes the difference?," *Journal of International Economics*, Volume 94, Issue 1, pages 33-49.

³Las economías emergentes analizadas son Argentina, Brasil, Ecuador, Israel, Corea, Malasia, México, Perú, Filipinas, Eslovaquia, Sudáfrica, Tailandia, Turquía y las desarrolladas son Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, España, Suiza y Suecia

principales resultados encontrados por los autores, se pueden mencionar:

- Las economías emergentes tienen, en promedio, un ciclo el doble de volátil que las economías desarrolladas (la conclusión no varía, ya sea que los ciclos sean calculados mediante filtro HP, band pass o primeras diferencias de ingresos).
- El consumo es aproximadamente 40% más volátil que el ingreso en mercados emergentes, mientras que en los desarrollados, el ratio es ligeramente menor a uno, en promedio.
- Una característica distintiva de los ciclos de negocios de las economías emergentes es la correlación negativa y elevada entre exportaciones netas y producto. La correlación media para este tipo de economías es de -0.51, con países que se acercan a -0.8. Contrariamente, los mercados desarrollados muestran balanzas comerciales débilmente contracíclicas, con una correlación media de -0,17.

Para explicar estas diferencias, Aguiar y Gopinath argumentan que la importancia relativa de shocks a la tendencia distinguen a las economías emergentes de las desarrolladas. Para respaldar sus argumentos, desarrollan un modelo de crecimiento estocástico, con un solo bien y un solo activo, con dos tipos de shocks a la productividad: un shock permanente a la tendencia estocástica y un shock transitorio. Una vez resuelto, se calibran los parámetros que no están relacionados con la productividad homogéneamente para los dos tipos de economías, utilizando los valores estándar en la literatura económica. Para los parámetros de productividad, se realiza una estimación a partir del Método de los Momentos Generalizado (GMM, por sus siglas en inglés), minimizando la diferencia al cuadrado entre los momentos teóricos y empíricos. De este modo, logran demostrar que la varianza del consumo y las exportaciones netas, así como la correlación entre las exportaciones netas y el ingreso proveen información importante para distinguir entre los dos tipos de shocks.

Se obtiene que la varianza de los shocks permanentes, relativa a la de los shocks transitorios es más importante en México que en Canadá, es decir, que las fluctuaciones en el producto mexicano son explicadas en un mayor porcentaje por shocks permanentes a la tendencia que por shocks transitorios, mientras que en Canadá sucede lo contrario. Estos resultados son acordes con la intuición desarrollada a través del modelo teórico, la cual será detallada en la sección siguiente. Además, usando las estimaciones por GMM, junto con el resto de los parámetros calibrados, Aguiar y Gopinath calculan los momentos teóricos del modelo, los comparan con los empíricos y obtienen que el modelo logra representar correctamente los patrones observados en los ciclos para ambas economías. En particular, predicen que la volatilidad del consumo debe superar la volatilidad del ingreso en economías emergentes, contrario a lo que sucede en las desarrolladas. Queda demostrado que este exceso de volatilidad en el consumo es perfectamente consistente con consumidores racionales que optimizan una función de utilidad, sujetos a una restricción presupuestaria. Con respecto a

las exportaciones netas, la parametrización utilizada para México resulta en una fuerte correlación negativa entre esta variable y el ingreso, mientras que para el caso canadiense, el modelo predice una prociclicidad moderada, o una contraciclicidad también moderada (dependiendo de cuáles son los momentos que se utilizan para calcular los parámetros), lo cual concuerda con los resultados extraídos de los datos.

En el presente trabajo de investigación, se intentará identificar tres tipos de shocks en las economías bajo análisis: dos shocks de oferta (uno permanente, o a la tendencia y otro transitorio a la productividad) y un shock de demanda. Se optó por una estrategia de identificación a partir de restricciones de signo y la estimación de Modelos Autorregresivos en Vectores. Para ello, es necesario conocer la respuesta de las distintas variables de un modelo de crecimiento estocástico, ante cada uno de los shocks incluidos, para lo cual, es necesario plantear el modelo y resolverlo. Una vez resuelto, es posible obtener las denominadas funciones de Impulso-Respuesta, las cuales muestran la reacción de una variable ante un shock determinado en el momento cero. Se explicará el procedimiento para obtener dichas funciones y la interpretación de las mismas en la sección siguiente.

3 Marco Teórico: Modelo de Crecimiento Estocástico para una Pequeña Economía Abierta

Se trabajará con un modelo estándar con un único bien, el cual incluye tres tipos de shocks: un shock de demanda, un shock permanente y un shock transitorio a la productividad. La tecnología está caracterizada por una función de producción Cobb-Douglas, que utiliza capital (K_t) y trabajo (L_t) como factores de producción

$$Y_t = e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha \quad (1)$$

donde $\alpha \in (0, 1)$.

Los parámetros Γ_t y z_t representan procesos de productividad, con distintas propiedades estocásticas. Específicamente, z_t sigue un proceso AR(1)

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (2)$$

con $|\rho_z| < 1$ y donde ε_t^z son realizaciones independientes e idénticamente distribuidas de una población normal, con media cero y desviación estándar σ_z . En cambio, Γ_t representa el producto acumulado de shocks de crecimiento. En particular,

$$\Gamma_t = \prod_{s=0}^t e^{g_s} \quad (3)$$

$$g_t = (1 - \rho_g) \mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (4)$$

donde $|\rho_g| < 1$ y donde ε_t^g son realizaciones independientes e idénticamente distribuidas de una población normal, con media cero y desviación estándar σ_g .

Dado que una realización de g influencia permanentemente a Γ , el producto es no-estacionario, con una tendencia estocástica. El término μ_g representa el crecimiento medio de largo plazo de la productividad y las realizaciones de g son shocks al crecimiento, ya que forman parte de la tendencia estocástica de la productividad. En definitiva, se puede identificar a z_t como un shock al nivel de productividad (shock de oferta transitorio, dado que su efecto tiende a desaparecer en el tiempo, ya que $|\rho_z| < 1$) y a g_t como un shock a la tasa de crecimiento de la productividad (shock de oferta permanente, porque g influencia permanentemente a las realizaciones futuras de Γ).

Para la encontrar la solución del modelo, se procederá a encontrar el equilibrio competitivo del mismo, a través de la resolución del problema de las firmas, los consumidores y el gobierno.

3.1 Equilibrio Competitivo

Firmas: producen Y_t , rentando trabajo (L_t) y capital (K_t) a los hogares a modo de maximizar sus ganancias (Π_t). W_t y R_t son las remuneraciones al trabajo y al capital, respectivamente. Es decir, las firmas maximizan:

$$\underset{K_t, L_t}{Max} \Pi_t = e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha - W_t L_t - R_t K_t$$

donde:

$$\Gamma_t = \prod_{s=0}^t e^{g_s}$$

$$g_t = (1 - \rho_g) \mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z$$

$$\text{con } \varepsilon_t^g \sim N(0, \sigma_g^2) \text{ y } \varepsilon_t^z \sim N(0, \sigma_z^2)$$

Las Condiciones de Primer Orden son:

$$W_t = \alpha e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^{\alpha-1} \Gamma_t = \alpha \frac{Y_t}{L_t} \quad (5)$$

$$R_t = (1 - \alpha) e^{z_t} K_t^{-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} \quad (6)$$

Consumidores: Existe un consumidor representativo que posee el stock de capital y maximiza su utilidad esperada, dada por:

$$\max_{C_t, L_t, K_{t+1}, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{[C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{1-\sigma}}{1 - \sigma}$$

con $0 < \gamma < 1$, sujeto a la siguiente restricción presupuestaria:

$$C_t + I_t + B_t = (1 - \tau_t) W_t L_t + R_t K_t + \Pi_t + q_t B_{t+1} + T_t \quad (7)$$

donde

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t + \frac{\phi}{2}K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_g} \right)^2 \quad (8)$$

$$\frac{1}{q_t} = 1 + \widehat{R}_t = 1 + R^* + \psi \left(e^{\frac{B_{t+1}}{T_t} - b} - 1 \right) \quad (9)$$

- C_t : Consumo
- I_t : Inversión
- B_t : Deuda
- τ_t : Impuesto proporcional al trabajo
- q_t : Precio de los bonos
- T_t : Transferencias de suma fija
- R^* : Tasa de interés internacional

La ecuación (7) implica que el consumidor representativo paga un impuesto proporcional al trabajo ($\tau_t W_t L_t$), que luego recupera a modo de transferencias de suma fija (T_t) de parte del gobierno. Además, el consumidor se puede endeudar en el mercado de bonos, cuyo precio en el período t (a ser pagados en $t + 1$) es q_t . Este precio depende del nivel de deuda (B_t) de la economía (a mayor nivel de deuda, menor el precio), aunque este hecho no es internalizado por los consumidores en su proceso de maximización de la utilidad⁴. Este método fue implementado por primera vez por Schmitt-Grohe y Uribe (2003). Además, el capital se deprecia a tasa δ y cambios en el stock de capital implican un costo de ajuste cuadrático, representado por $\frac{\phi}{2}K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_g} \right)^2$. El mismo es igual a cero en el estado estacionario.

El Lagrangiano para el problema del consumidor es:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \max_{C_t, L_t, K_{t+1}, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{[C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{1-\sigma}}{1 - \sigma} + \Lambda_t \left[(1 - \tau_t)W_t L_t + R_t K_t \right. \right. \\ & \left. \left. + \Pi_t + q_t B_{t+1} + T_t - C_t - K_{t+1} + (1 - \delta)K_t - \frac{\phi}{2}K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_g} \right)^2 - B_t \right] \right\} \end{aligned}$$

donde K_0 está dado y $\beta^t \Lambda_t$ es el multiplicador de Lagrange para la restricción presupuestaria.

⁴b representa el el valor de estado estacionario no estocástico del nivel de deuda normalizada.

Las condiciones de primer orden de este problema, derivando \mathcal{L} con respecto a C_t, L_t, B_{t+1} y K_{t+1} respectivamente son:

$$\gamma [C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^{\gamma-1} (1 - L_t)^{1-\gamma} = \Lambda_t \quad (10)$$

$$(1 - \gamma) [C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^\gamma (1 - L_t)^{-\gamma} = \Lambda_t (1 - \tau_t) W_t \quad (11)$$

$$\Lambda_t q_t = \beta E_t (\Lambda_{t+1}) \quad (12)$$

$$\Lambda_t \left[1 + \phi \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_g} \right) \right] = \beta E_t \left\{ \Lambda_{t+1} \left[R_{t+1} + 1 - \delta - \frac{\phi}{2} \left(\frac{K_{t+2}}{K_{t+1}} - e^{\mu_g} \right)^2 + \phi \left(\frac{K_{t+2}}{K_{t+1}} - e^{\mu_g} \right) \frac{K_{t+2}}{K_{t+1}} \right] \right\}$$

Reordenando esta última expresión se obtiene

$$\Lambda_t \left[1 - \phi \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_g} \right) \right] = \beta E_t \left\{ \Lambda_{t+1} \left[R_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} \left(\frac{K_{t+2}}{K_{t+1}} \right)^2 - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\} \quad (13)$$

Gobierno: El gobierno establece impuestos y transferencias de modo que su restricción presupuestaria es satisfecha en cada período. Asumimos que el gobierno no consume bienes, ni presta o se endeuda. Este último supuesto es sin pérdida de generalidad, ya que la Equivalencia Ricardiana se cumple en este modelo.

$$T_t = \tau_t W_t L_t \quad (14)$$

donde

$$\tau_t - \tau^* = \rho_\tau (\tau_{t-1} - \tau^*) + \varepsilon_t^\tau \quad (15)$$

$$\varepsilon_t^\tau \sim N(0, \sigma_\tau^2) \text{ y } |\rho_\tau| < 1$$

Factibilidad: Surge de la Ley de Walras. En particular, insertando (14) en la restricción presupuestaria de los consumidores, se obtiene

$$C_t + I_t + B_t = W_t L_t + R_t K_t + q_t B_{t+1}$$

o, usando las Condiciones de Primer Orden de la Firma⁵,

$$C_t + I_t + B_t = Y_t + q_t B_{t+1}$$

Notar que esta es la identidad usual de factibilidad en una economía abierta,

⁵Notar que en la restricción presupuestaria de los consumidores se estableció $\Pi_t = 0$. Esto es así porque la función de producción exhibe rendimientos constantes a escala. De las condiciones de primer orden de la firma, se tiene que: $\Pi_t = Y_t - W_t L_t - R_t K_t = Y_t - a \frac{Y_t}{L_t} L_t - (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} K_t = 0$

$$C_t + I_t + TB_t = Y_t$$

donde

$$TB_t = B_t - q_t B_{t+1} \quad (16)$$

Se define también la cuenta corriente, como el cambio en la posición neta de activos internacionales de la economía, es decir,

$$CA_t = -(B_{t+1} - B_t) \quad (17)$$

3.1.1 Obtención de un modelo estacionario

Dado que existe un shock permanente en el modelo, las variables endógenas del mismo resultan no estacionarias. Para aplicar cualquier método de solución se necesita trabajar con un modelo estacionario. Para encontrar una solución estacionaria, se normalizan las variables del modelo del siguiente modo:

$$x_t = \frac{X_t}{\Gamma_{t-1}}$$

donde x_t representa cualquier variable del modelo, salvo R_t, \hat{R}_t, L_t y Λ_t que se normalizan del siguiente modo:

$$r_t = R_t$$

$$\hat{r}_t = \hat{R}_t$$

$$l_t = L_t$$

$$\lambda_t = \Lambda_t \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)}$$

Los pasos seguidos para la normalización de todas las ecuaciones que caracterizan el equilibrio competitivo se detallan en el Apéndice A. Resumiendo, el equilibrio competitivo de esta economía viene representado por las siguientes ecuaciones:

$$y_t = e^{z_t} k_t^{1-\alpha} (e^{g_t} l_t)^\alpha \quad (18)$$

$$w_t = \alpha \frac{y_t}{l_t} \quad (19)$$

$$r_t = (1 - \alpha) \frac{y_t}{k_t} \quad (20)$$

$$\gamma c_t^{\gamma(1-\sigma)-1} (1 - l_t)^{(1-\gamma)(1-\sigma)} = \lambda_t \quad (21)$$

$$(1 - \gamma)c_t^{\gamma(1-\sigma)}(1 - l_t)^{-\sigma(1-\gamma)-\gamma} = (1 - \tau_t)\lambda_t w_t \quad (22)$$

$$\lambda_t q_t e^{g_t[1-\gamma(1-\sigma)]} = \beta E_t(\lambda_{t+1}) \quad (23)$$

$$\lambda_t [1 + \phi(x_t e^{g_t} - e^{\mu_g})] = \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \left(\frac{1}{e^{g_t}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[r_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} x_{t+1}^2 e^{2g_{t+1}} - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\} \quad (24)$$

$$\frac{1}{q_t} = 1 + r^* + \psi(e^{b_{t+1}-b} - 1) \quad (25)$$

$$i_t = k_{t+1} e^{g_t} - (1 - \delta)k_t + \frac{\phi}{2} k_t \left(\frac{k_{t+1}}{k_t} e^{g_t} - e^{\mu_g} \right)^2 \quad (26)$$

$$tb_t = b_t - q_t b_{t+1} e^{g_t} \quad (27)$$

$$ca_t = -(b_{t+1} e^{g_t} - b_t) \quad (28)$$

$$c_t + i_t + tb_t = y_t \quad (29)$$

$$x_t = \frac{k_{t+1}}{k_t} \quad (30)$$

$$tby_t = \frac{tb_t}{y_t} \quad (31)$$

$$cay_t = \frac{ca_t}{y_t} \quad (32)$$

$$g_t = (1 - \rho_g)\mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (33)$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (34)$$

$$\tau_t - \tau^* = \rho_\tau (\tau_{t-1} - \tau^*) + \varepsilon_t^\tau \quad (35)$$

donde se definieron las variables tby_t y cay_t , como el ratio de balanza comercial sobre producto y cuenta corriente sobre producto, respectivamente, ya que es de interés conocer la trayectoria de dichas variables.

Esto es un sistema de 18 ecuaciones por período para encontrar la evolución de 18 variables: 15 variables endógenas ($y_t, k_t, x_t, l_t, w_t, r_t, c_t, \lambda_t, q_t, b_{t+1}, i_t, tb_t, tby_t, ca_t, cay_t$) y 3 variables exógenas (z_t, g_t, τ_t).

3.2 Solución del Modelo

Las ecuaciones del sistema anterior pueden ser expresadas como

$$E_t f(y_{t+1}, y_t, x_{t+1}, x_t) = 0$$

donde el vector x_t contiene variables predeterminadas (o de estado) y el vector y_t contiene variables no predeterminadas (o de control). El vector x_t puede ser particionado como $x_t = [x_t^1; x_t^2]'$, donde x_t^1 incluye las variables endógenas de estado, en este caso, $x_t^1 = [b_{t+1}, k_{t+1}]'$, y x_t^2 contiene las variables exógenas de estado, es decir, $x_t^2 = [g_t, z_t, \tau_t]'$. En particular, $x_{t+1}^2 = \Lambda x_t^2 + \varepsilon_{t+1}$, con $\varepsilon_t = [\varepsilon_t^g; \varepsilon_t^z; \varepsilon_t^\tau]'$.

Por su parte, el vector y_t queda conformado del siguiente modo: $y_t = [y_t, x_t, l_t, w_t, r_t, c_t, \lambda_t, q_t, i_t, tb_t, tby_t, ca_t, cay_t]'$. La solución a este modelo es de la forma

$$y_t = g(x_t)$$

$$x_{t+1} = h(x_t) + \varepsilon_{t+1}$$

Las funciones $g(\cdot)$ se denominan policy functions, o funciones de respuesta óptima, pero, dado que las ecuaciones del sistema (18)-(35) son no lineales, es imposible encontrar una expresión de forma cerrada. Por ello, se buscará una aproximación de segundo orden a las funciones $g(\cdot)$ y $h(\cdot)$ alrededor del estado estacionario no estocástico. Se define el estado estacionario no estocástico como el estado en el cual todas las variables exógenas son iguales a su media en cada período y las variables endógenas son constantes para todo t . En otras palabras, se deben encontrar los vectores (\bar{x}, \bar{y}) tales que $f(\bar{y}, \bar{y}, \bar{x}, \bar{x}) = 0$. Las funciones de respuesta óptima se obtendrán mediante los códigos desarrollados por Uribe y Schmitt-Grohé para MATLAB, los cuales sirven para implementar la aproximación de segundo orden propuesta por los autores⁶. Los resultados fueron comparados con los obtenidos mediante la log-linealización de las ecuaciones que caracterizan el equilibrio competitivo y la obtención de las policy functions, mediante el código desarrollado por Uhlig⁷. Los resultados obtenidos con ambas metodologías fueron los mismos.

Para encontrar las funciones $g(\cdot)$ y $h(\cdot)$ es necesario previamente encontrar el estado estacionario no estocástico de esta economía. Los cálculos pueden observarse en el Apéndice B.

Para representar la solución del modelo se muestran a continuación las funciones de Impulso - Respuesta para las economías a analizar. Las mismas representan la desviación de las variables del modelo con respecto a sus valores de

⁶Para más información del método aplicado, revisar Stephanie Schmitt-Grohé, Martín Uribe, 2004. "Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function", Journal of Economic Dynamics & Control, vol 28, pages 755.775.

⁷UHLIG, H., 1997. "A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily", CentER, Tilburg University and CEPR, The Netherlands.

estado estacionario, ante un shock de un 1% en el shock permanente (es decir, $\varepsilon_1^g = 0.01$), transitorio ($\varepsilon_1^z = 0.01$) y de demanda ($\varepsilon_1^T = -0.01^8$).

Se utilizará la misma calibración adoptada por Aguiar y Gopinath⁹, añadiendo los parámetros correspondientes al shock de demanda. Los parámetros se fijan en los siguientes valores:

Tabla 1. Calibración de parámetros

Tasa de preferencia temporal	β	.98
Exponente del consumo (utilidad)	γ	.36
Deuda normalizada en estado estacionario	b	.1
Premium de tasa de interés	ψ	.001
Exponente del trabajo (producción)	α	.68
Aversión al riesgo	σ	2
Tasa de depreciación del capital	δ	.05
Costo de ajuste del capital	ϕ	4.0
Valor medio del impuesto al trabajo	τ^*	.4
Coefficiente autorregresivo del impuesto al trabajo	ρ_τ	0.95
Varianza de ε_τ^2 (en%)	σ_τ^2	1.75

Para calibrar los parámetros restantes, se utilizarán las estimaciones de GMM realizadas por Aguiar y Gopinath¹⁰, es decir se calibra distinto el parámetro ρ_g en México y Canadá (0.11 y 0.03 respectivamente). Esto nos da como resultado comportamientos distintos en las Impulso - Respuesta, que se grafican a continuación.

⁸Se representa un shock de demanda positivo, es decir, una reducción del ingreso proporcional al trabajo.

⁹Ver Tabla 3, de la página 90 en Mark Aguiar and Gita Gopinath, 2007. "Emerging Market Business Cycles: The Cycle Is the Trend," Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 115.

¹⁰Corresponden a la columna 3 de la Tabla 4, de la página 91 en Mark Aguiar and Gita Gopinath, 2007. "Emerging Market Business Cycles: The Cycle Is the Trend," Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 115.

Gráfico 1. Funciones de Impulso-Respuesta Teóricas para Canadá

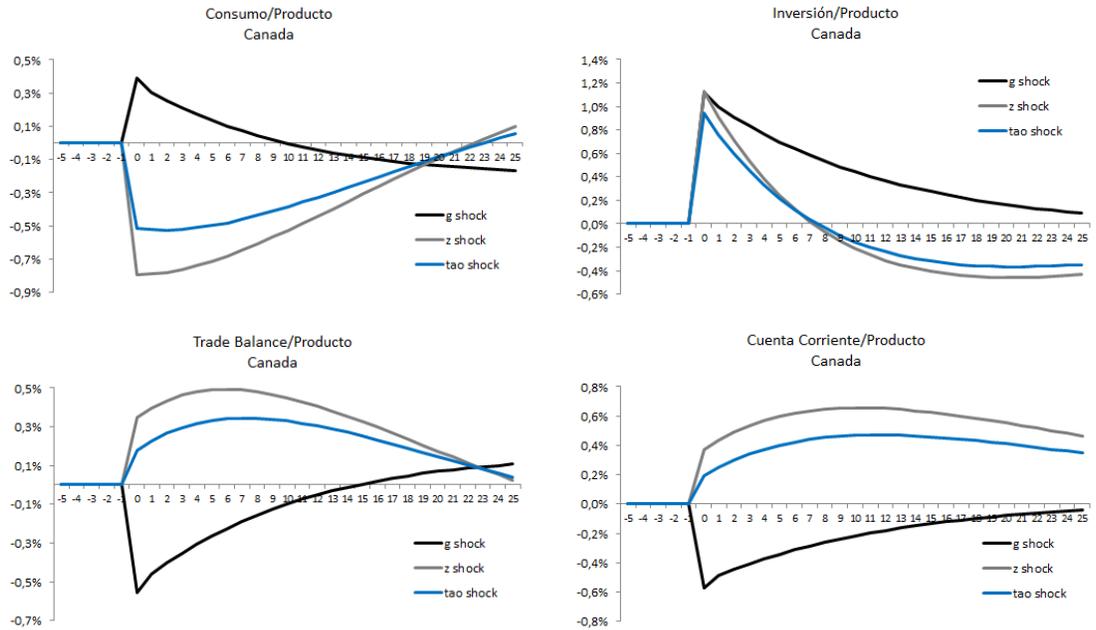
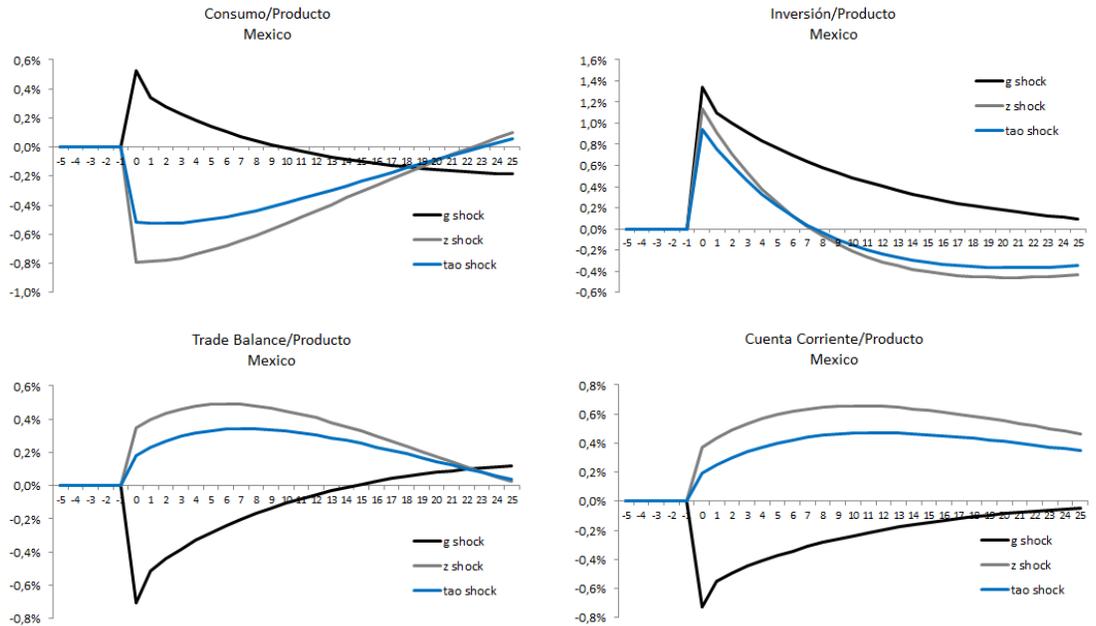


Gráfico 2. Funciones de Impulso-Respuesta Teóricas para México



Varias conclusiones se pueden obtener a partir de la representación gráfica

de las funciones de Impulso – Respuesta. En primer lugar, tanto el ratio de exportaciones netas sobre el producto, como el de cuenta corriente sobre producto, tienen una respuesta positiva a un shock transitorio en la productividad. Dado que el ingreso permanece por encima de su tendencia en la transición, un shock a z tiende a producir una relación positiva entre producto y balanza comercial y entre producto y cuenta corriente. Sin embargo, la respuesta de la cuenta corriente y la balanza comercial ante un shock en el crecimiento de la tendencia, es completamente diferente. Siguiendo a un shock permanente de un 1%, acontece un déficit de cuenta corriente y de balanza comercial, los cuales persisten por varios períodos.

El motivo de esta diferencia se explica por el comportamiento del consumo. Dado que un shock a la tendencia implica un aumento mayor en el ingreso permanente que en el caso de un shock transitorio, el consumo responderá más cuando el shock a la oferta es de tipo permanente. En respuesta a un shock a la tendencia de productividad, el consumo responde más que el ingreso, dado que los consumidores anticipan incluso un ingreso mayor en el futuro. Los consumidores esperan un ingreso incluso mayor en el futuro, por el hecho de que una innovación presente impacta permanentemente en el producto, pero el capital ajusta gradualmente. Contrariamente, cuando el shock de oferta es de tipo transitorio, aumenta el ahorro de las familias, porque anticipan un ingreso menor en el futuro. Esto resulta en la reducción del ratio consumo sobre ingreso. Por su parte, la respuesta del ratio inversión sobre producto es similar en ambos tipos de shock de oferta, aunque el efecto es mayor inicialmente en el caso del shock permanente. Adicionalmente, el efecto de la inversión es más persistente en el caso de un shock a la tendencia de productividad.

Con respecto al shock de demanda (recordar que se grafica un shock de demanda expansivo, es decir, una disminución del impuesto proporcional al trabajo), las respuestas de las variables bajo análisis son similares a las de un shock transitorio de oferta. Esto se debe a que una disminución de impuestos en el presente aumenta solo transitoriamente el ingreso disponible, lo cual induce a las familias a ahorrar para afrontar la disminución del ingreso futuro. Esto genera que el ratio consumo sobre ingreso caiga, provocando un aumento de la cuenta corriente de la economía.

Las conclusiones expuestas hasta el momento son válidas tanto para el caso de la parametrización de la economía mexicana como canadiense. Sin embargo, existen ciertas diferencias para los dos tipos de calibración adoptados. Como se puede observar, para las cuatro variables graficadas, el impacto inicial del shock permanente de oferta es relativamente mayor con respecto al transitorio, en México que en Canadá. Por ejemplo, para la variable consumo sobre producto, el ratio entre el efecto inicial de un shock permanente de oferta y el efecto inicial de un shock transitorio de oferta es 0.5/0.8 para México y 0.4/0.8 para Canadá. Para la variable inversión sobre ingreso, el ratio es 1.3/1.1 para México, mientras que para Canadá es 1.1/1.1 y para la variable cuenta corriente sobre producto, los ratios son 0.7/0.4 y 0.6/0.4 para México y Canadá respectivamente¹¹. Estas

¹¹Todos los ratios son presentados en valor absoluto

observaciones implican que, los ciclos de las economías en desarrollo (o al menos la economía mexicana) están explicados en mayor parte por shocks a la tendencia estocástica que por shocks transitorios a la productividad, desde un punto de vista teórico, para la calibración adoptada.

Para confirmar o descartar estas conclusiones teóricas, se estimará un modelo Autorregresivo en Vectores Estructural, para los datos de México y Canadá, utilizando como restricciones de signo las conclusiones extraídas del modelo desarrollado hasta el momento. Antes, se detalla brevemente la metodología a implementar, en la sección a continuación.

4 Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales

Gracias a la proliferación de la estimación de modelos DSGE en los últimos años, los Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales (SVAR) se han transformado en una de las herramientas más utilizadas en la literatura empírica económica y financiera. Los SVAR tienen cuatro aplicaciones principales. Primero, son utilizados para estudiar la respuesta de las variables de un modelo a un shock estructural en un momento dado. Segundo, permiten la construcción de la descomposición de varianzas de los errores de predicción, para cuantificar la contribución promedio de un shock estructural en la variabilidad de los datos. En tercer lugar, sirven para calcular la denominada "descomposición histórica", que es utilizada para medir la contribución acumulativa de cada shock estructural en la evolución de cada variable en el tiempo. Finalmente, los SVAR permiten el pronóstico de escenarios, condicionales a secuencias hipotéticas de shocks estructurales futuros.

Es importante destacar la diferencia entre los conocidos modelos VAR y los VAR Estructurales. Un VAR es un modelo autorregresivo multivariado de la forma

$$Y_t = D_1 Y_{t-1} + D_2 Y_{t-2} + \dots + D_p Y_{t-p} + v_t; \quad v_t \sim (0, \Omega)$$

donde Y_t es un vector $nx1$, D_j son matrices nxn y Ω es una matriz de covarianzas de orden nxn .

Un VAR es un resumen estadístico de las correlaciones y dependencia temporal de un conjunto de series de tiempo. Es una forma útil de resumir los datos, ya que es simple de estimar, todas las variables son endógenas y dependen unas de otras, con lo cual no existen problemas de exogeneidad o restricciones de exclusión y es útil para realizar predicciones. Sin embargo, es un modelo de forma reducida, con lo cual los errores v_t no tienen ninguna interpretación económica. Por eso surgen los VAR Estructurales (SVAR), que imponen restricciones en el VAR de forma reducida, para identificar shocks económicos estructurales relevantes. Un SVAR es una herramienta empírica utilizada para responder preguntas económicas, utilizando restricciones teóricas básicas. Para dotar a

un VAR de una interpretación estructural, es necesario imponer restricciones de identificación. ¿En qué consiste este proceso?

Si $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})'$ es un vector de procesos estacionarios con media cero, el Teorema de la Representación Wold nos asegura que podemos escribir a Y_t como un $MA(\infty)$:

$$Y_t = C_0 v_t + C_1 v_{t-1} + C_2 v_{t-2} + \dots = C(L)v_t \quad (36)$$

donde las matrices C_j son $n \times n$, $C_0 = I$, $\sum_{j=0}^{\infty} C_j C_j' < \infty$ y v_t es un ruido blanco $n \times 1$ con $E(v_t) = 0$ y $E(v_t v_t') = \Omega$. El término $C(L)$ es un polinomio en el operador de rezago, L : $C(L) = I + C_1 L + C_2 L^2 + \dots$

Los coeficientes del modelo MA , los C_j , son las impulso respuesta en $t + j$ a un shock unitario en t :

$$\frac{\partial Y_{t+j}}{\partial v_t^h} = \mathbf{c}_j^h \quad (37)$$

donde v_t^h es el h -ésimo elemento del shock v_t y \mathbf{c}_j^h es la columna h de la matriz C_j .

El problema con (37) es que los v_t están contemporáneamente correlacionados ($\Omega \neq I$), con lo cual, ante un cambio en v_t^h , \mathbf{c}_j^h no será el cambio total en Y_{t+j} . Es decir, las innovaciones v_t no tienen una interpretación económica, o estructural. Se necesitan extraer shocks económicamente relevantes, o "estructurales" (ε_t) de los shocks de la forma reducida, (v_t). Típicamente, se requiere que los shocks estructurales sean ortogonales y tengan interpretación económica (por ejemplo, shocks de demanda, shocks de oferta, shocks de política monetaria, etc...). Para ello, se asume que el vector $n \times 1$ de los shocks de la forma reducida es una combinación lineal de un vector $n \times 1$ de shocks estructurales. Es decir,

$$v_t = S \varepsilon_t \quad (38)$$

donde S es una matriz $n \times n$, invertible. Además, se asume que los shocks estructurales son ortogonales con matriz de varianzas - covarianzas igual a la identidad.

Reemplazando (38) en (36), se obtiene:

$$\begin{aligned} Y_t &= C_0 S \varepsilon_t + C_1 S \varepsilon_{t-1} + C_2 S \varepsilon_{t-2} + \dots \\ Y_t &= A_0 \varepsilon_t + A_1 \varepsilon_{t-1} + A_2 \varepsilon_{t-2} + \dots \end{aligned}$$

Esta expresión, nos permite encontrar las funciones de impulso respuesta, ya que uno de los requisitos de los shocks estructurales es que sean ortogonales. La respuesta de Y en $t + j$ ante un cambio de una unidad en ε_t^h en el período t es:

$$\frac{\partial Y_{t+j}}{\partial \varepsilon_t^h} = \mathbf{a}_j^h$$

donde ε_t^h es el h -ésimo elemento de ε_t y \mathbf{a}_j^h es la columna h de la matriz A_j .

Se denomina identificación al proceso que permite encontrar los n^2 elementos de la matriz S . Los métodos de identificación usualmente utilizados se realizan mediante i) restricciones de corto plazo, ii) restricciones de largo plazo, iii) restricciones de signo, iv) otros métodos.

Debido a las deficiencias teóricas con las que cuentan los métodos i) y ii), en los últimos años se han hecho muy populares modelos SVAR en los cuales los shocks estructurales son identificados restringiendo el signo de las respuestas de variables seleccionadas. La identificación mediante restricciones de signo se ha ido configurando como un método utilizado por las principales corrientes de investigación macroeconómica empírica. Entre otros, ha sido aplicado por Faust (2008), Canova y De Nicolo (2002) y Uhlig (2005) para la identificación de shocks de política monetaria. También ha sido utilizado para el estudio de los efectos de política fiscal (por ejemplo, por Canova y Pappa, 2007; Mountford y Uhlig 2009; Pappa, 2009), shocks tecnológicos (Dedola y Neri, 2007), y varios otros tipos de shocks en economías abiertas (por ejemplo, Canova y De Nicolo, 2002; Scholl y Uhlig, 2008), en el mercado del petróleo (por ejemplo, Baumeister y Peersman, 2010; Kilian y Murphy, 2011) y en el mercado laboral (Fujita, 2011)¹².

La identificación mediante restricciones de signo requiere que cada shock a identificar esté asociado con un patrón único de signos. A diferencia de lo que ocurre con los métodos de restricciones de corto y largo plazo, las restricciones de signo surgen directamente a partir de la teoría económica.

Los pasos a seguir para aplicar esta metodología son:

1. Determinar el set de restricciones de signo que el modelo deberá satisfacer.
2. Elegir una matriz S , utilizando algún método (Recordar que $v_t = S\varepsilon_t$).
3. Computar las funciones de Impulso - Respuesta utilizando la matriz S y comprobar que las restricciones de signo se satisfagan. Si esto sucede, conservar S , de lo contrario, descartarla.
4. Repetir los pasos 2 y 3 una gran cantidad de veces, guardando cada matriz S que satisfaga las restricciones de signo.
5. El conjunto de todas las S y funciones de Impulso - Respuesta que satisfacen las restricciones de signo caracterizan el set de modelos VAR admisibles.
6. Determinar algún estadístico que permita resumir el conjunto de SVARs admisibles. La literatura se encuentra en debate sobre este punto.

Para resolver el punto 2, se recurre a la representación del VAR como un $MA(\infty)$. Dado que $\sum_{j=0}^{\infty} C_j C_j' < \infty$, el polinomio $C(L)$ es invertible, con lo cual se puede escribir (36) como un VAR infinito:

¹²Kilian, Lutz, 2011. "Structural Vector Autoregressions", CEPR Discussion Papers 8515, C.E.P.R. Discussion Papers, pág. 25.

$$Y_t C(L)^{-1} = v_t$$

$$Y_t = D_1 Y_{t-1} + D_2 Y_{t-2} + D_3 Y_{t-3} + \dots + v_t$$

Multiplicando ambos miembros por S^{-1} , se obtiene

$$S^{-1} Y_t = S^{-1} D_1 Y_{t-1} + S^{-1} D_2 Y_{t-2} + S^{-1} D_3 Y_{t-3} + \dots + S^{-1} v_t$$

$$B_0 Y_t = B_1 Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + B_3 Y_{t-3} + \dots + \varepsilon_t$$

$$B_0 Y_t = B(L) Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (39)$$

donde $B_0 = S^{-1}$.

Esta expresión representa el VAR estructural (donde el polinomio $B(L)$ tiene infinitos términos y por lo tanto no puede ser estimado directamente).

Se dice que dos sets de parámetros estructurales $\{B_i\}_{i=0}^{\infty}$ y $\{\tilde{B}_i\}_{i=0}^{\infty}$ son equivalentes si generan el mismo VAR de forma reducida, $Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} D_i Y_{t-i} + v_t$, donde $E(v_t v_t') = \Omega$.

Rubio-Ramirez, Waggoner y Zha (2010), demuestran que $\{B_i\}_{i=0}^{\infty}$ y $\{\tilde{B}_i\}_{i=0}^{\infty}$ son equivalentes *si y solo si* existe una matriz ortogonal P ($PP' = I$) tal que $\tilde{B}_i = PB_i$, para $i = 0, 1, 2, \dots$. En particular, usando el hecho de que $S = B_0^{-1}$, las matrices de identificación satisfacen que $S = \tilde{S}P$. Esto implica que se puede obtener un SVAR de otro SVAR, mediante las rotaciones apropiadas (a P se la denomina matriz de rotación).

Entonces, utilizando este resultado surge que, una de las posibilidades para obtener distintas matrices S para generar SVARs equivalentes es (algoritmo propuesto por Rubio-Ramirez, Waggoner y Zha, 2010):

1. Obtener una ortogonalización arbitraria de la matriz de varianzas - covarianzas, Ω , por ejemplo, a partir de la descomposición de Cholesky. Se tiene entonces, $\Omega = \tilde{S}\tilde{S}'$. La matriz \tilde{S} es triangular inferior y no tiene ningún tipo de interpretación económica.
2. Obtener una matriz $n \times n$, L , de variables aleatorias normales e independientemente distribuidas, con media cero y varianza 1. Derivar la descomposición QR de L . Es decir,

$$L = QR, \text{ donde } QQ' = I$$

3. Definir $Q = P$. Computar las funciones de impulso respuesta utilizando la ortogonalización $S = B_0^{-1} = \tilde{S}P$. Si todas las Impulso - Respuesta satisfacen las restricciones de signo, conservar P . De lo contrario, descartarla.

4. Repetir los pasos 2 y 3 una gran cantidad de veces, guardando cada P que haga que las funciones de Impulso - Respuesta satisfagan los signos impuestos¹³.

4.1 Interpretación de los Resultados

El problema fundamental para la interpretación de los SVAR identificados a partir de restricciones de signo es que no existe una estimación puntual única para las funciones de Impulso - Respuesta, a diferencia de lo que sucede cuando se utilizan restricciones de corto o largo plazo. Con restricciones de signo, se identifica un conjunto de modelos y sin supuestos adicionales, no existe un modo para saber cuál de estos modelos es una mejor estimación. Dentro de las soluciones a este problema de interpretación se propuso: focalizarse en el modelo admisible que es más favorable a la hipótesis de interés (Faust, 1998), o no reportar una estimación puntual de las Impulso - Respuesta, sino solamente bandas de confianza, o utilizar métodos Bayesianos de inferencia. Sin embargo, enfoque más utilizado en la literatura empírica ha sido el de reportar un vector de medianas como estimador de las Impulso - Respuesta. Este es el método que se utilizará en el presente trabajo.

Pese a ello, es importante destacar las críticas con las que cuenta esta forma de interpretar los resultados. Por un lado, la estimación las funciones de interés mediante la mediana en cada momento no corresponderá a la respuesta de ninguno de los modelos admisibles en particular, con lo cual la Impulso - Respuesta mediana no tiene una interpretación estructural (Fry and Pagan, 2011). En segundo lugar, estadísticamente, el vector de medianas no es la mediana de un vector. Esto implica que un vector de medianas es una medida estadística inapropiada de la tendencia central de las funciones de Impulso - Respuesta que se quieren estimar.

5 Resultados

5.1 Presentación de los datos

Para la estimación de los SVARs se utilizarán datos de las economías de Canadá y México. Se estimará un modelo de tres variables: PBI real, Inflación y ratio de Cuenta Corriente sobre PBI. Las series de tiempo tienen periodicidad trimestral y van del primer trimestre de 1990 al último trimestre de 2012 en el caso de Canadá y del primer trimestre de 1993 al último trimestre de 2012 para México. Los datos de la economía mexicana fueron obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Datastream, mientras que los de Canadá provienen de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) y Datastream.

¹³Hevia, Constantino, 2013. "Structural Vector Autoregressions", Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural, Universidad Torcuato Di Tella.

Dado que la primera serie, PBI real, es típicamente no estacionaria, se proponen dos transformaciones: la primera es utilizar la desviación del producto con respecto a su tendencia lineal y la segunda, tomar las primeras diferencias de la serie (es decir, $\Delta GDP_t = GDP_t - GDP_{t-1}$).

La segunda serie, inflación, se calcula como la diferencia de logaritmos naturales del Índice de Precios al Consumidor ($\pi_t = \ln(IPC_t) - \ln(IPC_{t-1})$). La tercera serie temporal a considerar es el ratio entre la cuenta corriente y el PBI real. Los datos utilizados para la estimación del modelo se presentan en el Gráfico 3 y 4.

Gráfico 3. PBI real, Inflación y CC/PBI en Canadá

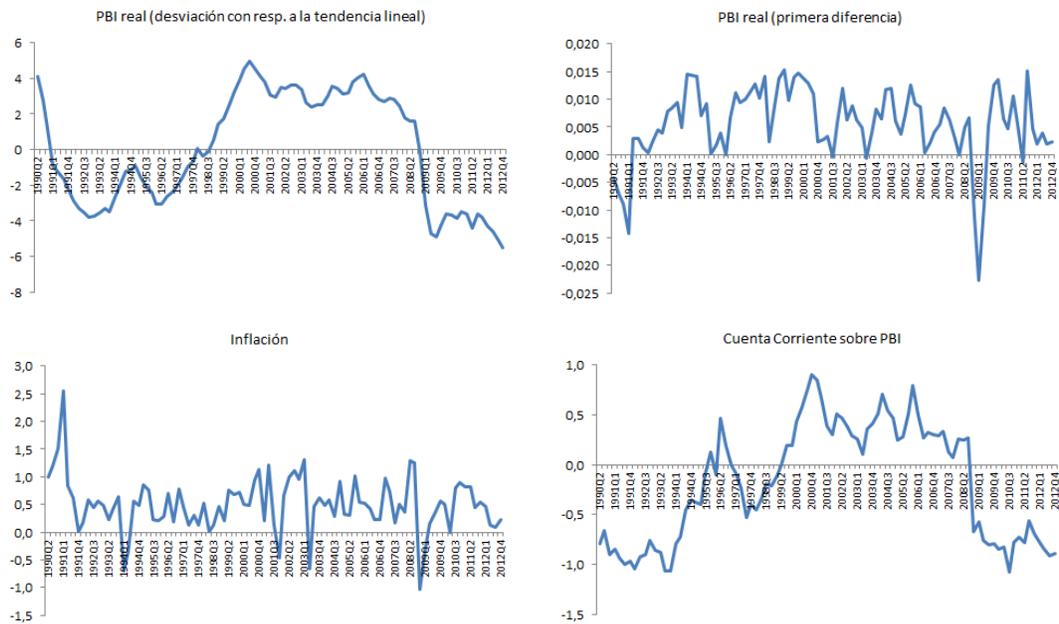
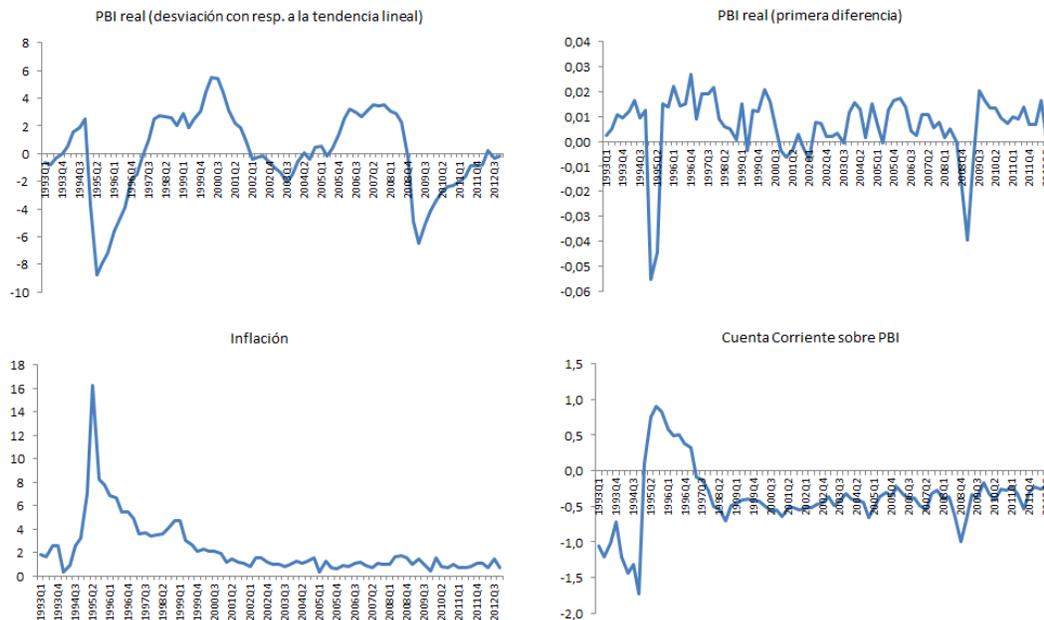


Gráfico 4. PBI real, Inflación y CC/PBI en México



5.2 Estimación

Se incluyen en esta sección los resultados de las estimaciones realizadas, utilizando la serie de las desviaciones del PBI con respecto a su tendencia lineal. Las funciones de Impulso – Respuesta estimadas para el modelo que utiliza la primera diferencia del producto se pueden observar en el Apéndice C. Para el caso de Canadá, se ha estimado un SVAR con dos rezagos y en el caso de México, la cantidad de rezagos es igual a tres. La selección de los modelos se decidió en base al objetivo de minimizar los Criterios de Información de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn. En resumen, se estiman los siguientes modelos:

$$Y_t = D_1 Y_{t-1} + D_2 Y_{t-2} + v_t \text{ para Canadá}$$

$$Y_t = D_1 Y_{t-1} + D_2 Y_{t-2} + D_3 Y_{t-3} + v_t \text{ para México}$$

donde $Y_t = [\widetilde{PBI}_t; Inflation_t; CC_t/PBI_t]$. \widetilde{PBI}_t es la serie que representa la desviación del PBI con respecto a su tendencia lineal.

Recordar que los errores, v_t , no tienen interpretación económica y es por eso que se quieren identificar shocks estructurales, ε_t , suponiendo que $v_t = S\varepsilon_t$. Para ello, se ha optado por realizar una identificación a través de restricciones de signo, las cuales se obtienen del modelo desarrollado en la sección 3.

El modelo teórico predice que el comportamiento del ratio cuenta corriente sobre PBI es fundamental para distinguir entre los dos shocks a la productividad a identificar. El ratio de cuenta corriente sobre el ingreso tiene una respuesta

positiva a un shock transitorio a la productividad, mientras que un shock permanente (o a la tendencia) genera una respuesta negativa de esta variable. La intuición para explicar este comportamiento surge de la hipótesis del ingreso permanente. Si, por ejemplo, las familias observan que la economía entra en un período de alto crecimiento (producto de un shock a la tendencia, que implica un incremento del ingreso actual, aunque un aumento incluso mayor en el ingreso futuro), entonces el consumo responderá más que el ingreso, reduciendo los ahorros y generando un fuerte déficit de cuenta corriente. Contrariamente, si el shock es transitorio, los agentes aumentarán el ahorro. Esto implica que el consumo aumentará, pero menos que el ingreso y por lo tanto la cuenta corriente aumentará. Por ello, si en los datos se observa una fuerte respuesta del ingreso en conjunto con un gran deterioro en el ratio de cuenta corriente sobre ingreso, el shock causante de estas variaciones debe ser identificado con un shock permanente a la tendencia. Si, por el contrario, ante un incremento de igual magnitud en el ingreso, la cuenta corriente aumenta, entonces el shock debe ser identificado como un shock transitorio de oferta.

Con respecto al shock de demanda, si disminuye el impuesto proporcional al trabajo, se mostró que la reacción del ratio cuenta corriente sobre producto aumenta, es decir, la cuenta corriente sube más que el PBI, ya que los consumidores prefieren aumentar el ahorro, con el objetivo de suavizar su consumo intertemporal.

Se decidió incluir en la estimación la variable de Inflación, porque la misma es fundamental para distinguir entre el shock de demanda y el shock transitorio de oferta. Para esta variable, se impone que un shock expansivo a la productividad, ya sea permanente o transitorio, genera un efecto negativo en el nivel de precios de la economía. Al contrario, un shock expansivo de demanda genera un incremento en el nivel general de precios. Notar que, en caso de no incluir la variable Inflación, los signos impuestos para el shock transitorio de oferta y el shock de demanda serían idénticos, con lo cual sería imposible separarlos empíricamente. De este modo, cada shock estructural incluido en el análisis presenta un patrón de signos completamente diferenciado del resto

En resumen, las restricciones de signo impuestas para la identificación son las siguientes¹⁴:

Tabla 2. Restricciones de signo

	PBI	Inflación	CC/PBI
Shock Permanente de Oferta	(+)	(-)	(-)
Shock Transitorio de Oferta	(+)	(-)	(+)
Shock de Demanda	(+)	(+)	(+)

Los gráficos a continuación muestran las Impulso - Respuesta estimadas utilizando la metodología detallada en la sección anterior, imponiendo la restricción de que los signos establecidos en la Tabla 2 se deben cumplir por lo menos du-

¹⁴Notar que se establecen los signos de un shock expansivo de demanda (una reducción del impuesto proporcional al trabajo).

rante los dos períodos iniciales¹⁵. Las líneas sólidas corresponden a la mediana de los 1000 modelos aceptados, y las punteadas, los percentiles 0.05 y 0.95.

¹⁵Las conclusiones obtenidas no varían cuando se decide cambiar el número de períodos durante el cual se deben cumplir las restricciones de signo.

Gráfico 5. Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock Permanente)

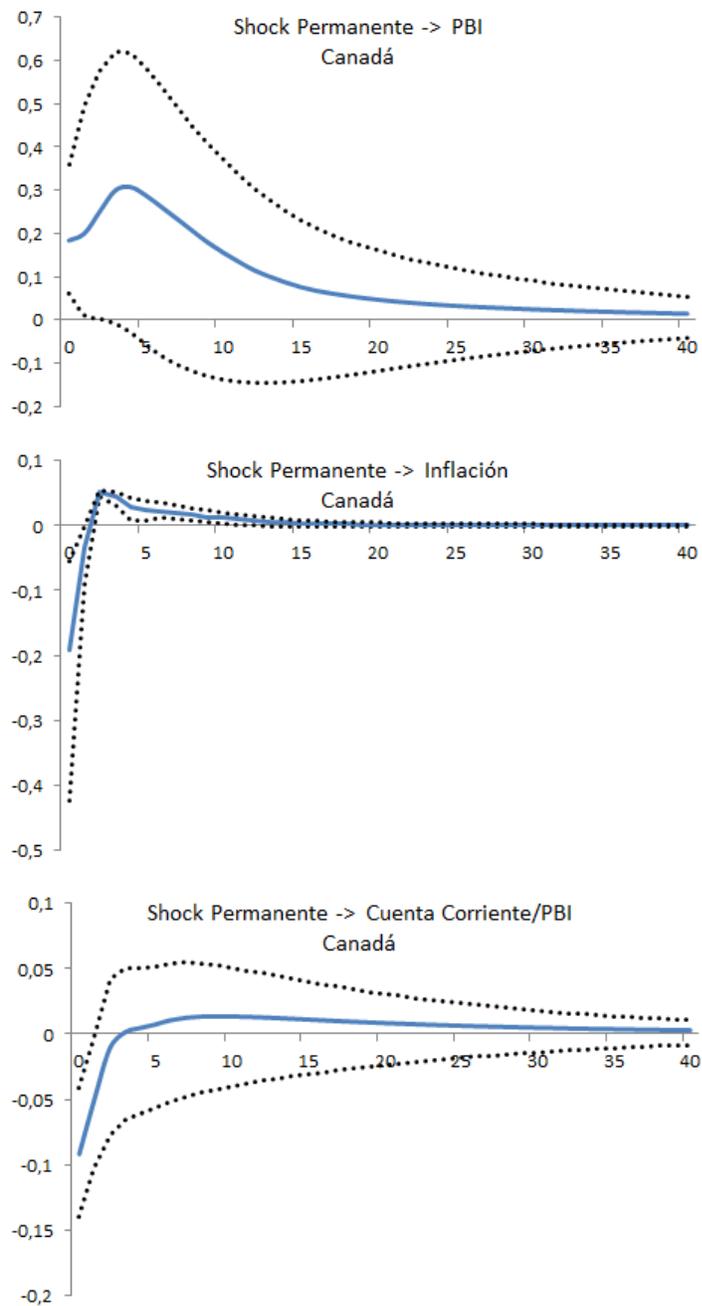


Gráfico 6. Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock Transitorio)

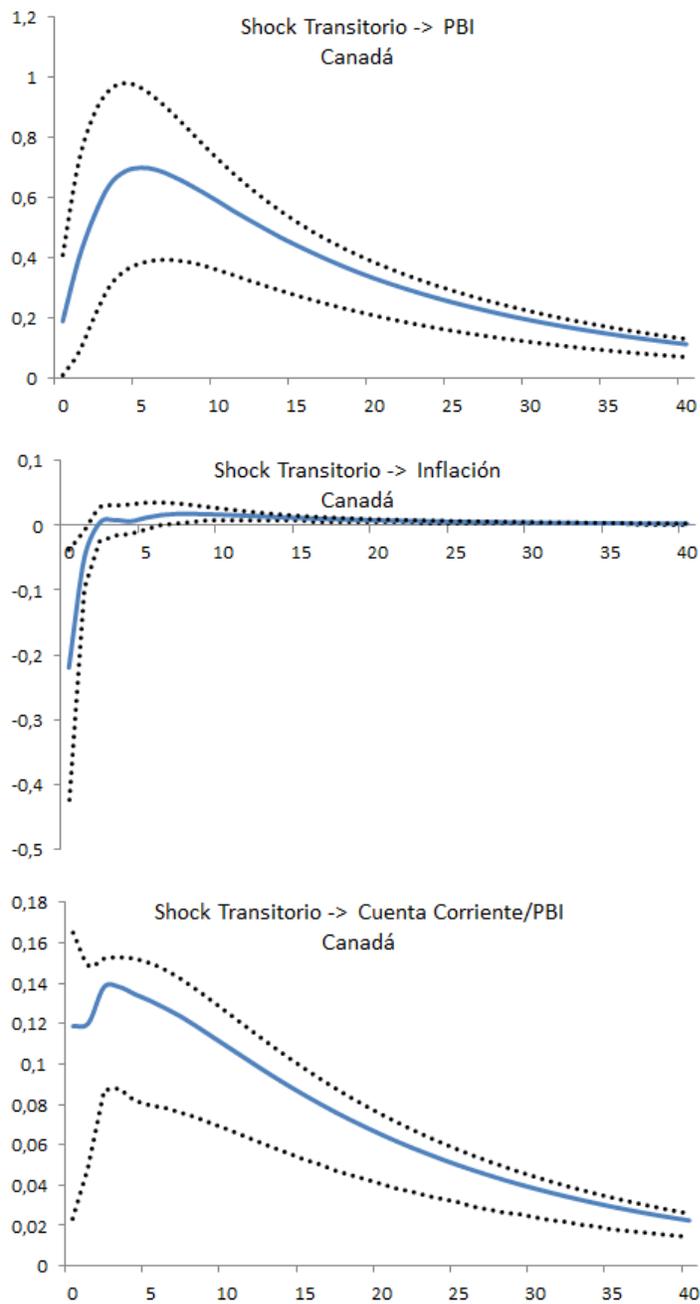


Gráfico 7. Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock de Demanda)

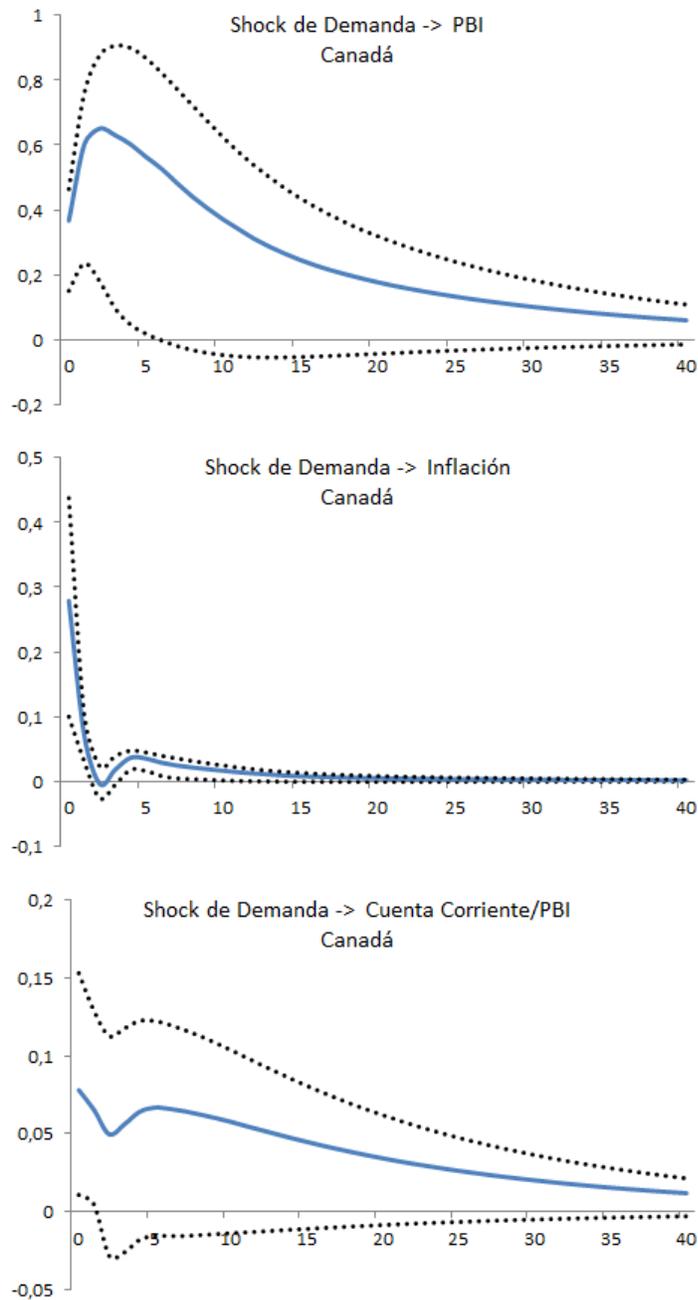


Gráfico 8. Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock Permanente)

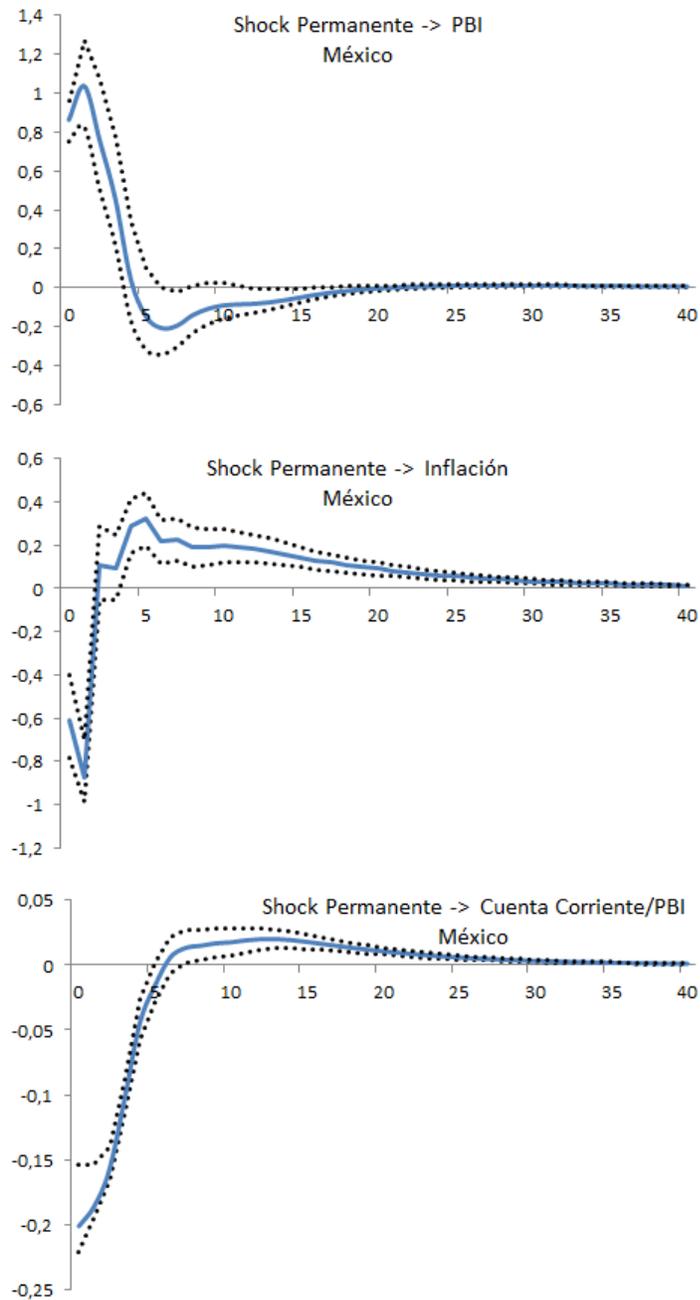


Gráfico 9. Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock Transitorio)

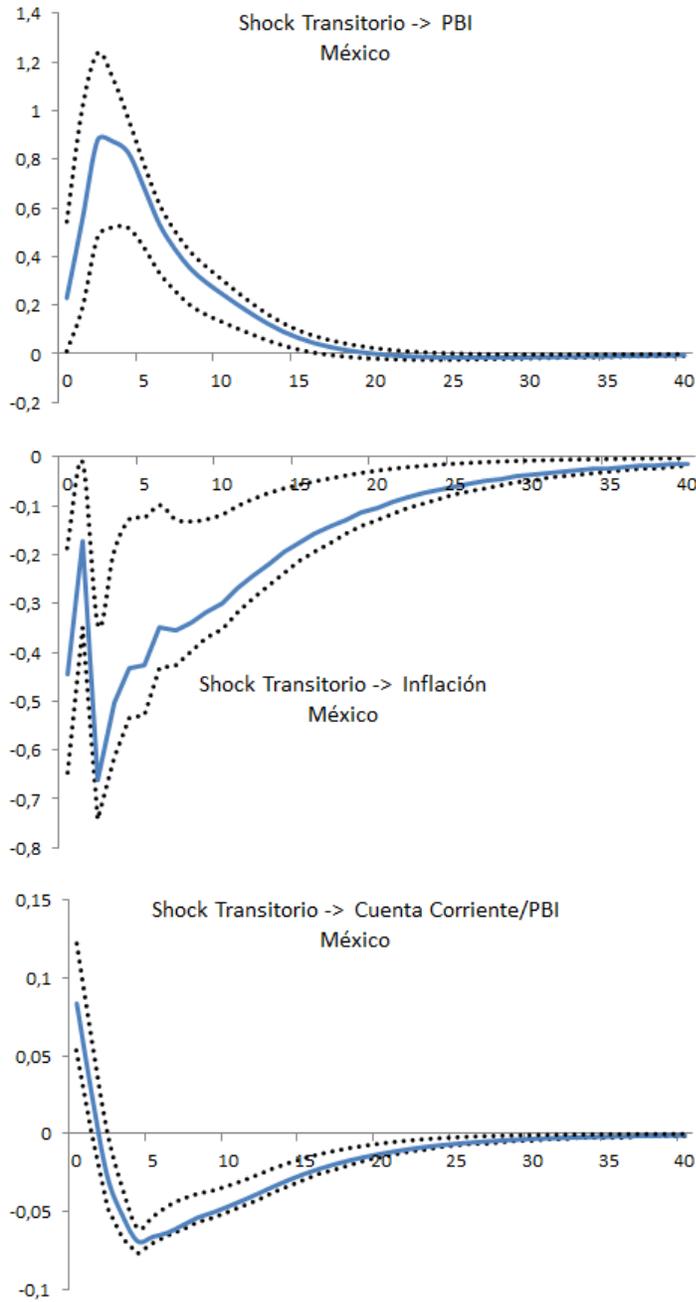
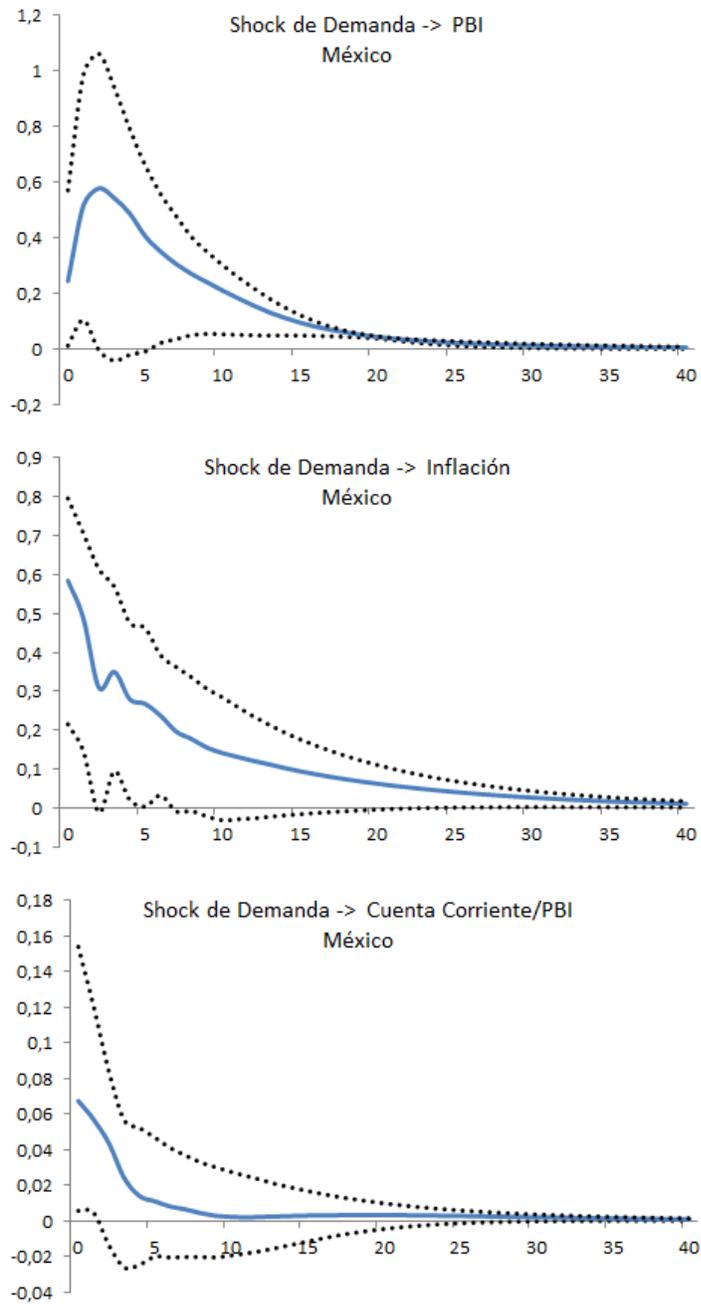


Gráfico 10. Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock de Demanda)



A partir del análisis gráfico se puede apreciar que el impacto inicial de un shock transitorio en el PBI de Canadá tiene un mayor efecto cuantitativo que el impacto inicial de un shock permanente de oferta. Lo mismo sucede para la cuenta corriente sobre el PBI. En México, en cambio, el shock de oferta con mayor impacto inicial es el shock permanente, para las dos variables reales bajo análisis (PBI y Cuenta Corriente sobre PBI). Este análisis preliminar tiende a confirmar la hipótesis del trabajo. Además, las conclusiones no varían ante cambios en la forma de hacer estacionario el PBI (ver las Impulso – Respuesta cuando se estima el SVAR con la primera diferencia del PBI, en el Apéndice C).

El shock de demanda es el que tiene mayor impacto inicial en la variable inflación en Canadá, aunque en México, el shock que genera el mayor efecto en la inflación también es el shock permanente de oferta.

Para formalizar los resultados gráficos, se procede a realizar el análisis de descomposición de varianzas. Este procedimiento, a partir de la representación del VAR como un $MA(\infty)$, permite calcular la contribución del j –ésimo error estructural (ε_t^j) a la varianza del error de pronóstico h períodos hacia adelante de una variable determinada¹⁶. En este caso, como el modelo estimado cuenta con 3 shocks estructurales, se obtendrá la contribución del shock de demanda y de los dos shocks de oferta en la varianza del error de pronóstico para cada una de las variables utilizadas en la estimación.

Los resultados para los dos países bajo estudio se presentan en las figuras a continuación.

¹⁶Los detalles teóricos del método se pueden consultar en Hamilton, James, 1994. "Time Series Analysis", Princeton University Press, Estados Unidos, páginas 323-324.

Tabla 3. Descomposición de Varianzas para los Modelos Estimados
Canadá

Variable	Horizonte de Pronóstico h	Proporción de la varianza del error de pronóstico explicada por:		
		Shock Permanente	Shock Transitorio	Shock de Demanda
PBI	1	19,98	22,37	57,65
	2	13,67	28,65	57,68
	3	12,70	33,90	53,41
	4	12,72	38,23	49,05
	5	12,66	41,45	45,89
	10	11,26	49,89	38,85
	20	9,80	55,11	35,09
Inflación	1	27,37	30,50	42,13
	2	27,03	30,47	42,50
	3	27,86	30,14	41,99
	4	28,44	29,88	41,68
	5	28,52	29,66	41,82
	10	28,55	29,49	41,97
	20	28,37	29,78	41,85
CC/PBI	1	29,98	45,40	24,62
	2	23,73	51,89	24,38
	3	18,35	59,68	21,96
	4	15,21	63,65	21,15
	5	13,21	65,54	21,25
	10	9,41	68,38	22,21
	20	8,03	69,27	22,71
	40	7,64	69,55	22,81

México

Variable	Horizonte de Pronóstico h	Proporción de la varianza del error de pronóstico explicada por:		
		Shock Permanente	Shock Transitorio	Shock de Demanda
PBI	1	80,76	8,71	10,54
	2	67,58	16,35	16,06
	3	54,10	27,46	18,45
	4	45,93	34,25	19,83
	5	39,96	39,16	20,89
	10	33,48	43,73	22,79
	20	32,60	43,77	23,62
Inflación	40	32,58	43,74	23,68
	1	40,87	22,46	36,67
	2	57,77	12,63	29,59
	3	45,83	26,13	28,04
	4	40,16	30,90	28,95
	5	38,50	32,95	28,55
	10	34,95	38,02	27,04
CC/PBI	20	34,56	39,78	25,66
	40	34,61	39,82	25,57
	1	73,08	14,27	12,65
	2	78,45	9,36	12,19
	3	80,71	7,90	11,40
	4	79,96	9,13	10,92
	5	77,19	12,03	10,77
	10	68,65	20,91	10,44
	20	65,27	24,60	10,14
	40	65,08	24,78	10,15

Gráfico 11. Descomposición de Varianzas para el Modelo de Canadá

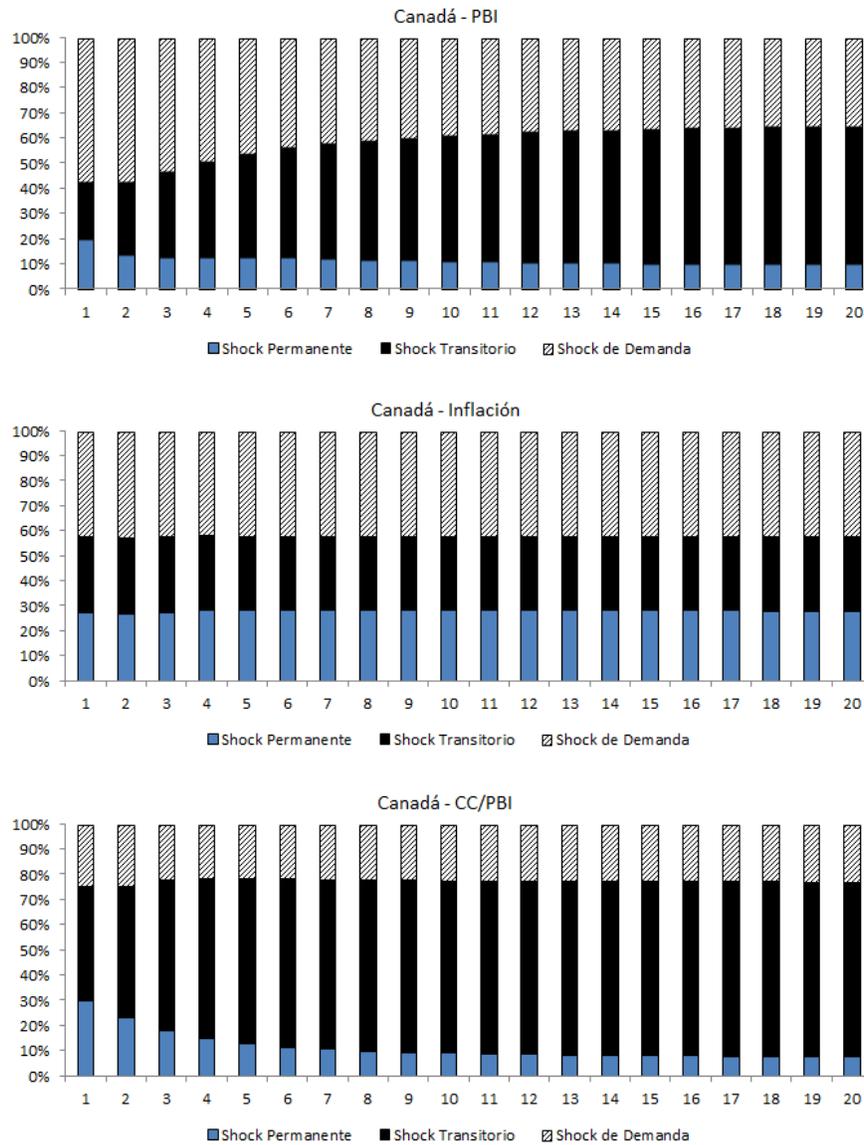
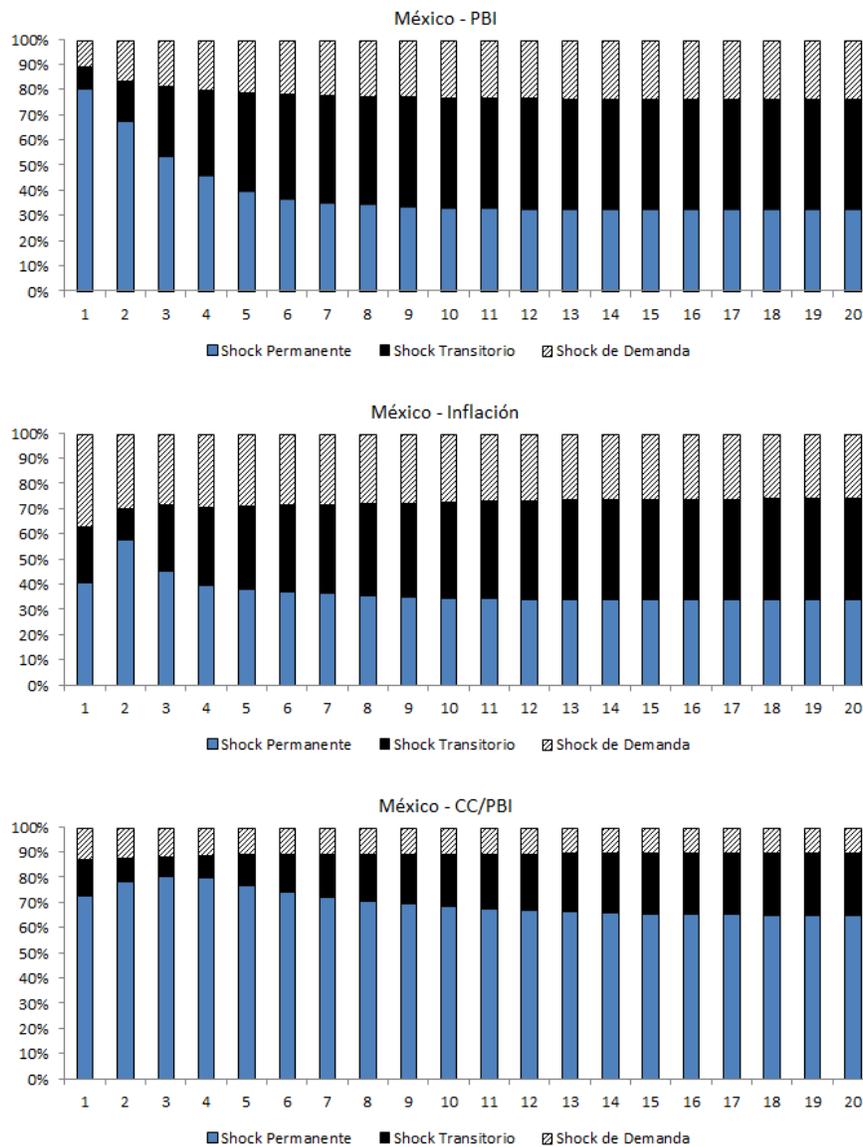


Gráfico 12. Descomposición de Varianzas para el Modelo de México



En Canadá, la varianza del error de pronóstico del ciclo del PBI (diferencia entre el PBI y su tendencia lineal) está explicada, para horizontes pequeños, en su mayoría por el shock de demanda, seguido por el shock transitorio y por último por el shock permanente de oferta. De todos modos, a medida que aumenta el horizonte de pronóstico, el shock transitorio va aumentando su preponderancia. Adicionalmente, la contribución del shock transitorio es muy superior a la del shock permanente, para todos los períodos. Con respecto a la

variable inflación, las contribuciones de cada shock son estables a medida que aumenta h , con el shock de demanda siendo el que más aporta para explicar la variabilidad en este caso. En referencia al ratio de Cuenta Corriente sobre PBI, las diferencias entre los dos shocks de oferta son muy notorias. El shock transitorio de oferta es la innovación que más explica la variabilidad del error de pronóstico en este caso, mientras que el shock permanente tiene un poder explicativo muy bajo.

En el caso de la economía mexicana, las conclusiones son opuestas. Cuando el horizonte de pronóstico es corto ($h \in [1, 5]$), el shock permanente de oferta es el que tiene un mayor poder explicativo en la varianza del error de pronóstico del ciclo del PBI. La influencia de este shock tiende a desvanecerse a medida que aumenta h . De todos modos, si la variable utilizada en la estimación del SVAR es la primera diferencia del producto, la preponderancia del shock permanente se mantiene elevada para todo h , tal como se puede apreciar en el Apéndice C. Para la variable de inflación, si bien el shock de demanda es el que más contribuye a explicar la varianza de su error de pronóstico, el shock permanente es el que tiene mayor contribución entre los shocks de oferta incluidos, para todo h . Al igual que en el caso de Canadá, las diferencias más notorias se producen en el ratio Cuenta Corriente sobre PBI. En este caso, el shock permanente es, de los 3, el que más contribuye a explicar la varianza del error de pronóstico, con una contribución que promedia el 71,5% para los distintos horizontes de pronóstico.

Las conclusiones son insensibles al modo de incluir al PBI en el modelo, ya cuando se realiza la estimación utilizando la primera diferencia del PBI, en lugar de la desviación respecto a su tendencia lineal, los resultados son muy similares, tal como se puede apreciar en el Apéndice C.

Los resultados expuestos indican la validación de la hipótesis de investigación del presente trabajo: en economías emergentes, las fluctuaciones económicas provienen, en su mayoría, de shocks a la tendencia del crecimiento, en contraposición de lo que ocurre en las economías más desarrolladas, que están caracterizadas por una tendencia relativamente estable. Como explican Aguiar y Gopinath, los shocks a la tendencia del producto nacional en economías emergentes están usualmente asociados a cambios bruscos en los gobiernos y las políticas aplicadas, tanto en el ámbito monetario, como fiscal y de comercio exterior. Esto implica que las conclusiones a las que llegaron Aguiar y Gopinath (2007) son robustas con respecto a la metodología utilizada. Al cambiar la metodología (se pasó de la estimación de los parámetros estructurales del modelo teórico, llevada a cabo por Aguiar y Gopinath a la estimación mediante Modelos Autorregresivos en Vectores, desarrollada en este trabajo), los resultados se mantienen.

En particular, se demostró que un modelo como el planteado, de Equilibrio General Dinámico y Estocástico sirve para explicar las regularidades empíricas de dos tipos contrapuestos de economías, con México y Canadá como representantes de las economías en desarrollo y desarrolladas, respectivamente. El hecho de que, en México, el shock permanente a la tendencia de la productividad tenga mayor importancia que el transitorio, a diferencia de lo que ocurre

en Canadá, sirve para entender, desde el punto de vista teórico, por qué en pequeñas economías en desarrollo el consumo tiene mayor variabilidad que en las desarrolladas. Dado que los consumidores desean suavizar su consumo intertemporal, el consumo responde con mayor intensidad ante shocks permanentes en su ingreso disponible y, si en una economía en particular, la mayor parte de las fluctuaciones del ingreso proviene de shocks permanentes de oferta, es esperable que el consumo presente una variabilidad elevada.

También es importante la contribución del modelo teórico desarrollado, ya que incluye un shock de demanda. Se ha demostrado empíricamente, mediante la estimación de funciones de Impulso – Respuesta y la posterior descomposición de varianzas de los errores de pronóstico, que este tipo de shocks juega un rol de gran peso para explicar la variabilidad de los ciclos de las economías estudiadas. En particular, los shocks de demanda son los que más contribuyen en México y Canadá para explicar la variable nominal incluida en el modelo empírico desarrollado (inflación). Específicamente, el shock en cuestión explica gran parte de la variabilidad de los datos de Canadá, a diferencia de lo que ocurre en México. En definitiva, una estimación que no tiene en cuenta este tipo de shock, tiende a sobreestimar la contribución de las perturbaciones a la productividad, sobre todo en economías desarrolladas.

Si bien el modelo teórico utilizado en la investigación ha sido exitoso para la comprobación de la hipótesis planteada, el mismo podría ser extendido para incluir el rol de cambios exógenos en las tasas de interés y las preferencias, tal como en Neumeyer y Perri (2005), como otro modo de incluir shocks a la demanda agregada.

Dado que el modelo teórico aquí desarrollado es del tipo RBC, el mismo no incluye imperfecciones de mercado. La solución de mercado desarrollada coincide con la solución que se obtendría mediante un Planificador Central, ya que en este modelo se cumple el Primer Teorema del Bienestar. Una posible línea de investigación futura incluye la posibilidad de desarrollar un modelo teórico con imperfecciones de mercado, que permitan generar endógenamente shocks persistentes a la Productividad Total de los Factores.

6 Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se estimó la contribución de distintos tipos de shocks estructurales en el comportamiento de distintas variables económicas, para los casos de México y Canadá. Se consideró la influencia de tres shocks diferenciados: un shock de demanda y dos shocks de oferta o productividad: uno con efecto permanente en el ingreso y otro con efecto transitorio, que se diluye en el tiempo. El objetivo principal era medir la importancia relativa de estos tres shocks en las economías analizadas, utilizando la metodología de los Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales con restricciones de signo.

Para ello, se extendió el modelo desarrollado por Aguiar y Gopinath, para incluir, además de los dos shocks de oferta considerados por los autores, un

shock de demanda. El mismo se modeló a través de un impuesto ad-valorem al trabajo. Se obtuvieron las ecuaciones que caracterizan el equilibrio competitivo de la economía y el estado estacionario no estocástico, para encontrar la solución del modelo, representada por las denominadas policy functions. Para obtener estas funciones, se recurrió a una aproximación de segundo orden alrededor del estado estacionario obtenido. La solución fue presentada a través de funciones de Impulso – Respuesta, las cuales permitieron obtener los signos a imponer en las restricciones para la estimación del SVAR. El modelo teórico permite entender que el ratio de cuenta corriente sobre PBI es fundamental para separar empíricamente los shocks transitorios de los permanentes a la productividad. Debido a que un shock permanente positivo induce a un aumento del consumo mayor que el aumento del ingreso presente, caen los ahorros de la economía y disminuye, en consecuencia, el ratio de cuenta corriente sobre ingreso. Para el caso de los shocks transitorios, ocurre lo contrario. Un shock transitorio a la productividad aumenta el ingreso presente, pero este efecto tiende a desvanecerse en el tiempo. Esto genera un aumento del ahorro de los consumidores, con el objetivo de suavizar su consumo en el tiempo, el cual produce un incremento de la cuenta corriente de la economía.

Los resultados obtenidos a partir de la estimación del SVAR incluyen: i) en Canadá, la mayor fuente de fluctuación en el PBI y en el ratio de cuenta corriente sobre PBI son explicados por los shocks transitorios a la productividad; ii) en México, el shock permanente de oferta es el que más aporta para explicar las fluctuaciones de estas variables; iii) los shocks de demanda tienen una influencia muy importante para explicar la variabilidad de los ciclos de la economía estudiadas (principalmente en Canadá), aunque el mayor peso lo tienen en explicar los cambios en las tasa de inflación de las mismas

Estos resultados confirman la hipótesis de investigación que se había planteado. Los shocks permanentes a la tendencia tienen una mayor importancia que los shocks transitorios en economías emergentes que en economías desarrolladas. Según Aguiar y Gopinath, los shocks a la tendencia del producto nacional en economías emergentes están usualmente asociados a cambios bruscos en los gobiernos y las políticas aplicadas, tanto en el ámbito monetario, como fiscal y de comercio exterior. Esto ayuda a explicar muchas de las regularidades empíricas de los ciclos en distintas economías. Por ejemplo, el hecho de que el consumo sea más volátil que el ingreso en economías emergentes, mientras que en las desarrolladas sucede lo contrario.

Las conclusiones del paper de Aguiar y Gopinath y las de la investigación aquí desarrollada son las mismas, aunque estas se obtienen mediante distintas metodologías de estimación.

Entre las principales críticas a la metodología desarrollada en el presente trabajo, se incluyen los problemas de interpretación de las funciones de Impulso – Respuesta obtenidas a través del SVAR con restricciones de signo. La estimación de las funciones de interés mediante la mediana en cada momento no corresponde a la respuesta de ninguno de los modelos admisibles en particular, con lo cual la Impulso – Respuesta mediana no tiene una interpretación estructural (Fry and Pagan, 2011).

Futuras líneas de investigación incluyen el desarrollo y estimación de un modelo que incluya el efecto de las tasas de interés en las decisiones económicas, ya que en el modelo teórico aquí utilizado, la tasa de interés permanece prácticamente fija, dado el pequeño valor con el que se calibró el parámetro ψ . Otra posibilidad es la inclusión de imperfecciones de mercado en el modelo teórico, para poder generar endógenamente shocks persistentes a la Productividad Total de los Factores. Queda pendiente también la estimación del SVAR propuesto para otros países, que se puedan clasificar como pequeñas economías abiertas desarrolladas o emergentes.

A Apéndice: Normalización del Modelo

A continuación se procederá a reescribir las condiciones de equilibrio utilizando la transformación propuesta para las variables.

Función de producción:

$$\frac{Y_t}{\Gamma_{t-1}} = \frac{e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha}{\Gamma_{t-1}^{1-\alpha} \Gamma_{t-1}^\alpha}$$

$$y_t = e^{z_t} k_t^{1-\alpha} (e^{g_t} l_t)^\alpha$$

No es necesario transformar (2) y (4), porque ya son estacionarias (recordar que $|\rho_z| < 1$ y $|\rho_g| < 1$).

Condiciones de Primer Orden de las Firmas:

C.P.O. con respecto a L_t (Ecuación (5)):

$$\frac{W_t}{\Gamma_{t-1}} = \alpha \frac{Y_t}{L_t}$$

$$w_t = \alpha \frac{y_t}{l_t}$$

C.P.O. con respecto a K_t (Ecuación (6)):

$$R_t = (1 - \alpha) \frac{\frac{Y_t}{\Gamma_{t-1}}}{\frac{K_t}{\Gamma_{t-1}}}$$

$$r_t = (1 - \alpha) \frac{y_t}{k_t}$$

Factibilidad de la Economía:

$$\frac{C_t + I_t + TB_t}{\Gamma_{t-1}} = \frac{Y_t}{\Gamma_{t-1}}$$

$$c_t + i_t + tb_t = y_t$$

Inversión:

$$\frac{I_t}{\Gamma_{t-1}} = \frac{K_{t+1}}{\Gamma_t} \frac{\Gamma_t}{\Gamma_{t-1}} - (1 - \delta) \frac{K_t}{\Gamma_{t-1}} + \frac{\phi}{2} \frac{K_t}{\Gamma_{t-1}} \left(\frac{\frac{K_{t+1}}{\Gamma_t}}{\frac{K_t}{\Gamma_{t-1}}} \frac{\Gamma_t}{\Gamma_{t-1}} - e^{\mu_g} \right)^2$$

$$i_t = k_{t+1} e^{g_t} - (1 - \delta) k_t + \frac{\phi}{2} k_t \left(\frac{k_{t+1}}{k_t} e^{g_t} - e^{\mu_g} \right)^2$$

Trade Balance:

$$\frac{TB_t}{\Gamma_{t-1}} = \frac{B_t}{\Gamma_{t-1}} - \frac{q_t B_{t+1}}{\Gamma_t} \frac{\Gamma_t}{\Gamma_{t-1}}$$

$$tb_t = b_t - q_t b_{t+1} e^{g_t}$$

Cuenta Corriente:

$$\frac{CA_t}{\Gamma_{t-1}} = -\left(\frac{B_{t+1}}{\Gamma_t} \frac{\Gamma_t}{\Gamma_{t-1}} - \frac{B_t}{\Gamma_{t-1}}\right)$$

$$ca_t = -(b_{t+1} e^{g_t} - b_t)$$

No es necesario transformar la Ecuación del precio de los bonos (9) porque las variables que incluye ya son estacionarias.

Condiciones de primer orden de los consumidores:

C.P.O. con respecto a C_t (Ecuación (10)):

$$\gamma [C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^{\gamma-1} (1 - L_t)^{1-\gamma} \frac{1}{\Gamma_{t-1}^{\gamma(1-\sigma)-1}} = \Lambda_t \frac{1}{\Gamma_{t-1}^{\gamma(1-\sigma)-1}}$$

$$\gamma c_t^{\gamma(1-\sigma)-1} (1 - l_t)^{(1-\gamma)(1-\sigma)} = \lambda_t$$

C.P.O. con respecto a L_t (Ecuación (11)):

$$(1 - \gamma) [C_t^\gamma (1 - L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^\gamma (1 - L_t)^{-\gamma} \cdot \frac{1}{\Gamma_{t-1}^{\gamma(1-\sigma)}} = \Lambda_t (1 - \tau_t) W_t \cdot \frac{1}{\Gamma_{t-1}^{\gamma(1-\sigma)}} \frac{\Gamma_{t-1}}{\Gamma_{t-1}}$$

$$(1 - \gamma) c_t^{\gamma(1-\sigma)} (1 - l_t)^{-\sigma(1-\gamma)-\gamma} = (1 - \tau_t) \lambda_t w_t$$

C.P.O. con respecto a B_{t+1} (Ecuación (12)):

$$\Lambda_t q_t \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)} = \beta E_t (\Lambda_{t+1} \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)} \frac{\Gamma_t^{1-\gamma(1-\sigma)}}{\Gamma_t^{1-\gamma(1-\sigma)}})$$

$$\lambda_t q_t = \beta E_t (\lambda_{t+1} (\frac{1}{e^{g_t}})^{1-\gamma(1-\sigma)})$$

$$\lambda_t q_t e^{g_t [1-\gamma(1-\sigma)]} = \beta E_t (\lambda_{t+1})$$

C.P.O. con respecto a K_{t+1} (Ecuación (13)):

$$\begin{aligned}
 & \Lambda_t \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[1 + \phi \left(\frac{\frac{K_{t+1}}{\Gamma_t} \Gamma_t}{\frac{K_t}{\Gamma_{t-1}} \Gamma_{t-1}} - e^{\mu_g} \right) \right] \\
 = & \beta E_t \left\{ \Lambda_{t+1} \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)} \frac{\Gamma_t^{1-\gamma(1-\sigma)}}{\Gamma_t^{1-\gamma(1-\sigma)}} \left[R_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} \left(\frac{K_{t+2}}{\Gamma_{t+1}} \right)^2 \left(\frac{\Gamma_{t+1}}{\Gamma_t} \right)^2 - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\} \\
 \lambda_t \left[1 + \phi \left(\frac{k_{t+1}}{k_t} e^{g_t} - e^{\mu_g} \right) \right] &= \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \left(\frac{1}{e^{g_t}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[r_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} \left(\frac{k_{t+2}}{k_{t+1}} \right)^2 e^{2g_{t+1}} - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\}
 \end{aligned}$$

Esta última ecuación se puede reescribir definiendo $x_t = \frac{k_{t+1}}{k_t}$, con lo que se obtiene:

$$\lambda_t [1 + \phi (x_t e^{g_t} - e^{\mu_g})] = \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \left(\frac{1}{e^{g_t}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[r_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} x_{t+1}^2 e^{2g_{t+1}} - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\}$$

Además, para obtener la trayectoria de la variable trade balance sobre output, se define:

$$tby_t = \frac{tb_t}{y_t}$$

Adicionalmente, se define el ratio cuenta corriente sobre output:

$$cay_t = \frac{ca_t}{y_t}$$

B Apéndice: Estado Estacionario No Estocástico

Se utilizan barras para representar valores de estado estacionario no estocástico.
 De (33):

$$\bar{g} = (1 - \rho_g)\mu_g + \rho_g\bar{g}$$

$$(1 - \rho_g)\bar{g} = (1 - \rho_g)\mu_g$$

$$\bar{g} = \mu_g$$

De la ecuación (34) se obtiene:

$$\bar{z} = \rho_z\bar{z}$$

$$\bar{z} = 0$$

La ecuación que representa el proceso de τ_t permite obtener que:

$$\bar{\tau} - \tau^* = \rho_\tau(\bar{\tau} - \tau^*)$$

$$\bar{\tau} = \tau^*$$

La ecuación (24) determina la tasa de interés que obtienen los hogares por rentar capital:

$$\begin{aligned} \bar{\lambda} \left[1 + \phi \left(\frac{\bar{k}}{k} e^{\mu_g} - e^{\mu_g} \right) \right] &= \beta \left\{ \bar{\lambda} \left(\frac{1}{e^{\mu_g}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[\bar{r} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} \left(\frac{\bar{k}}{k} \right)^2 e^{2\mu_g} - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_g} \right] \right\} \\ 1 &= \beta \left(\frac{1}{e^{\mu_g}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} [\bar{r} + 1 - \delta] \\ e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]} &= \beta(\bar{r} + 1 - \delta) \\ \frac{e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]}}{\beta} + \delta &= 1 + \bar{r} \\ \beta(1 + \bar{r}) &= e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]} + \beta\delta \end{aligned} \tag{40}$$

Si se tiene en cuenta que $\frac{1}{q_t} = 1 + \widehat{r}_t = 1 + r^* + \psi(e^{b_{t+1}-b} - 1)$, entonces en estado estacionario $\frac{1}{\bar{q}} = 1 + r^* + \psi(e^{\bar{b}-b} - 1)$ y teniendo en cuenta que b representa el nivel de deuda normalizada en estado estacionario no estocástico (i.e. $\bar{b} = b$), se tiene que

$$\frac{1}{\bar{q}} = 1 + r^* = 1 + \widehat{r}$$

$$r^* = \widehat{r}$$

Pero además, de (23), se obtiene

$$\bar{\lambda}\bar{q}e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]} = \beta\bar{\lambda}$$

$$\frac{1}{\bar{q}} = \frac{e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]}}{\beta} \quad (41)$$

Entonces,

$$1 + \widehat{r} = 1 + r^* = \frac{e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]}}{\beta}$$

$$\beta(1 + r^*) = e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]} \quad (42)$$

Comparando esta última expresión con la ecuación (40), se obtiene la condición de no arbitraje entre tasas

$$r^* + \delta = \bar{r}$$

La ecuación (20) nos permite obtener el ratio capital-trabajo en estado estacionario:

$$\begin{aligned} \bar{r} &= (1 - \alpha) \frac{\bar{y}}{\bar{k}} = \frac{(1 - \alpha) e^{\bar{z}} \bar{k}^{1-\alpha} (e^{\mu_g} \bar{l})^\alpha}{\bar{k}} \\ \bar{r} &= (1 - \alpha) e^{\alpha\mu_g} \left(\frac{\bar{l}}{\bar{k}}\right)^\alpha \\ \left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^\alpha &= \frac{(1 - \alpha) e^{\alpha\mu_g}}{\bar{r}} \\ \frac{\bar{k}}{\bar{l}} &= \left(\frac{1 - \alpha}{\bar{r}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} e^{\mu_g} \end{aligned} \quad (43)$$

La ecuación (19) nos permite obtener el salario de estado estacionario:

$$\bar{w} = \alpha \frac{\bar{y}}{\bar{l}} = \alpha \frac{e^{\bar{z}} \bar{k}^{1-\alpha} (e^{\mu_g} \bar{l})^\alpha}{\bar{l}}$$

$$\bar{w} = \alpha \left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}} \right)^{1-\alpha} e^{\alpha\mu_g}$$

Utilizando (43):

$$\begin{aligned} \bar{w} &= \alpha \left[\left(\frac{1-\alpha}{\bar{r}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} e^{\mu_g} \right]^{1-\alpha} e^{\alpha\mu_g} \\ \bar{w} &= \alpha \left(\frac{1-\alpha}{\bar{r}} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} e^{\mu_g} \end{aligned} \quad (44)$$

Para encontrar el resto de los valores de estado estacionario se procederá en dos pasos. Primero, se expresarán las variables en términos de \bar{k} y después se encontrará una expresión para \bar{k} en función de escalares.

De la ecuación (26), se obtiene

$$\begin{aligned} \bar{i} &= \bar{k}e^{\mu_g} - (1-\delta)\bar{k} + \frac{\phi}{2}\bar{k} \left(\frac{\bar{k}}{\bar{k}}e^{\mu_g} - e^{\mu_g} \right)^2 \\ \bar{i} &= \bar{k}e^{\mu_g} - (1-\delta)\bar{k} \\ \bar{i} &= \bar{k}(e^{\mu_g} - 1 + \delta) \end{aligned} \quad (45)$$

La ecuación (43) implica que

$$\bar{l} = \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k} \quad (46)$$

Reemplazando la expresión anterior en la función de producción se tiene que

$$\begin{aligned} \bar{y} &= e^{\bar{z}} \bar{k}^{1-\alpha} (e^{\mu_g} \bar{l})^{\alpha} \\ \bar{y} &= e^{\bar{z}} \bar{k}^{1-\alpha} e^{\alpha\mu_g} \left[\left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k} \right]^{\alpha} \\ \bar{y} &= \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right) \bar{k} \end{aligned} \quad (47)$$

De (21):

$$\gamma \bar{c}^{\gamma(1-\sigma)-1} (1-\bar{l})^{(1-\gamma)(1-\sigma)} = \bar{\lambda} \quad (48)$$

De (22):

$$(1 - \gamma)\bar{c}^{\gamma(1-\sigma)}(1 - \bar{l})^{-\sigma(1-\gamma)-\gamma} = (1 - \bar{\tau})\bar{\lambda}\bar{w}$$

Combinando estas dos últimas expresiones se obtiene:

$$(1 - \gamma)\bar{c}^{\gamma(1-\sigma)}(1 - \bar{l})^{-\sigma(1-\gamma)-\gamma} = (1 - \tau^*)\gamma\bar{c}^{\gamma(1-\sigma)-1}(1 - \bar{l})^{(1-\gamma)(1-\sigma)}\bar{w}$$

$$\bar{c} = (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w}(1 - \bar{l})$$

Teniendo en cuenta la ecuación (46) y considerando que \bar{w} está dado por la expresión (44), se obtiene una expresión de \bar{c} en función de \bar{k} :

$$\bar{c} = (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w} \left[1 - \left(\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k} \right] \quad (49)$$

De la definición de la trade balance, (27)

$$\bar{t}b = b - \bar{q}be^{\mu_g} \quad (50)$$

De la expresión (29), se tiene:

$$\bar{t}b = \bar{y} - \bar{c} - \bar{i}$$

Reemplazando en la ecuación anterior las expresiones (50), (47), (49) y (45), se obtiene el valor del capital en estado estacionario no estocástico:

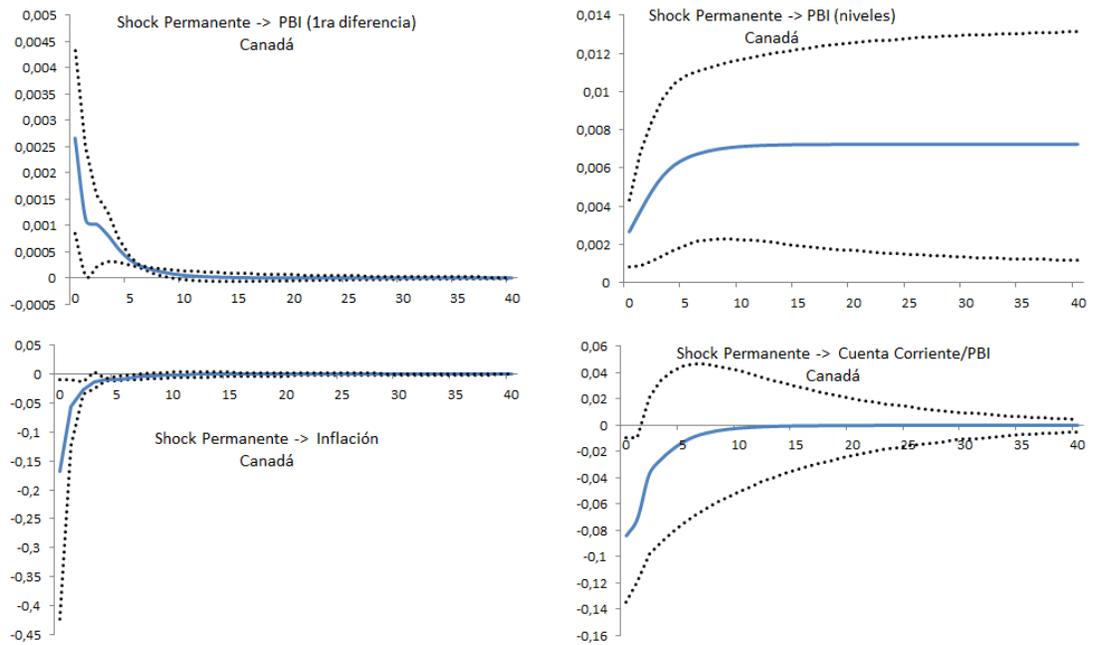
$$\begin{aligned} b - \bar{q}be^{\mu_g} &= \left(\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} \right) \bar{k} - (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w} \left[1 - \left(\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k} \right] - \bar{k}(e^{\mu_g} - 1 + \delta) \\ b - \bar{q}be^{\mu_g} + (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w} &= \left[\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} + (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w} \left(\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} - e^{\mu_g} + 1 - \delta \right] \bar{k} \\ \bar{k} &= \frac{b - \bar{q}be^{\mu_g} + (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w}}{\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} + (1 - \tau^*)\frac{\gamma}{1 - \gamma}\bar{w} \left(\frac{\bar{r}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} - e^{\mu_g} + 1 - \delta} \quad (51) \end{aligned}$$

Ahora se puede reemplazar el valor de \bar{k} en las expresiones anteriores para obtener \bar{l} , \bar{c} , \bar{y} , \bar{i} y $\bar{\lambda}$.

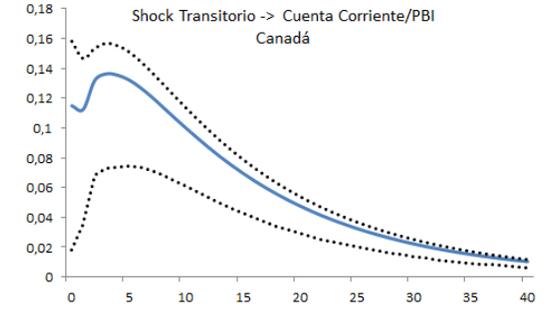
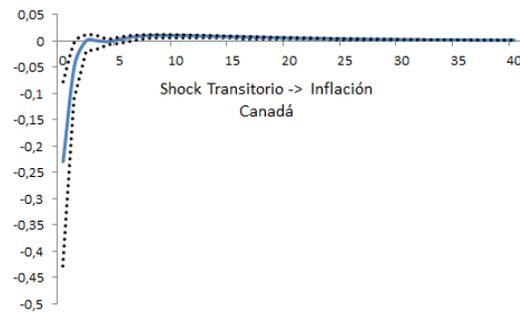
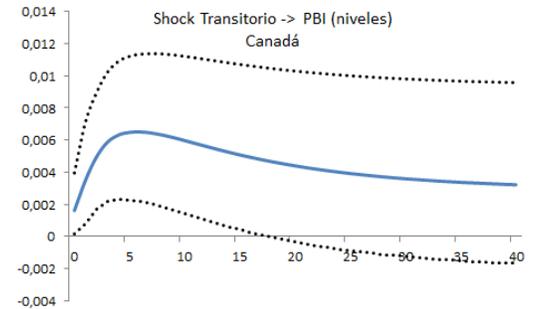
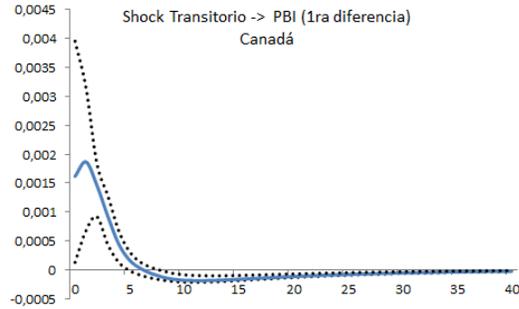
C Apéndice: I-R (PBI en primeras diferencias)

Si se estima el SVAR utilizando la primera diferencia del PBI, en vez de la desviación del PBI respecto a su tendencia lineal, las funciones de Impulso - Respuesta que se obtienen son las siguientes.

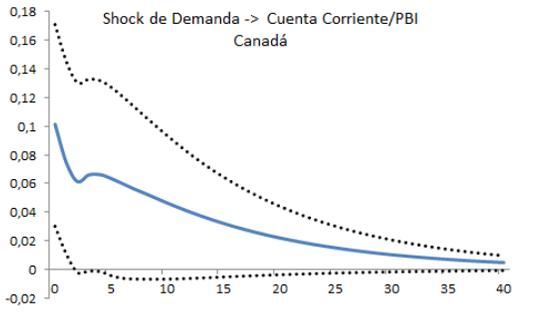
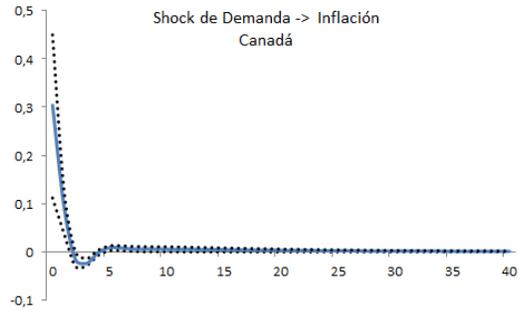
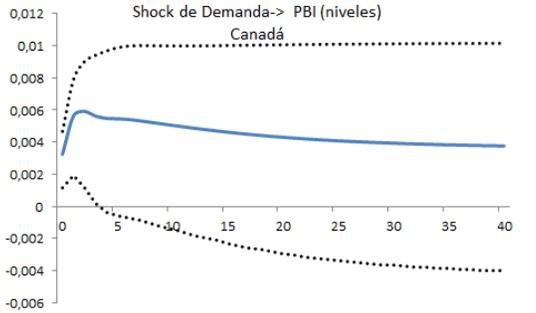
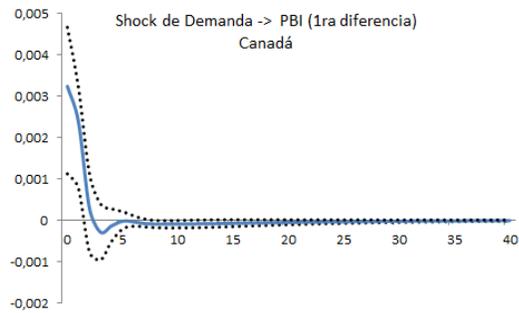
Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock Permanente)



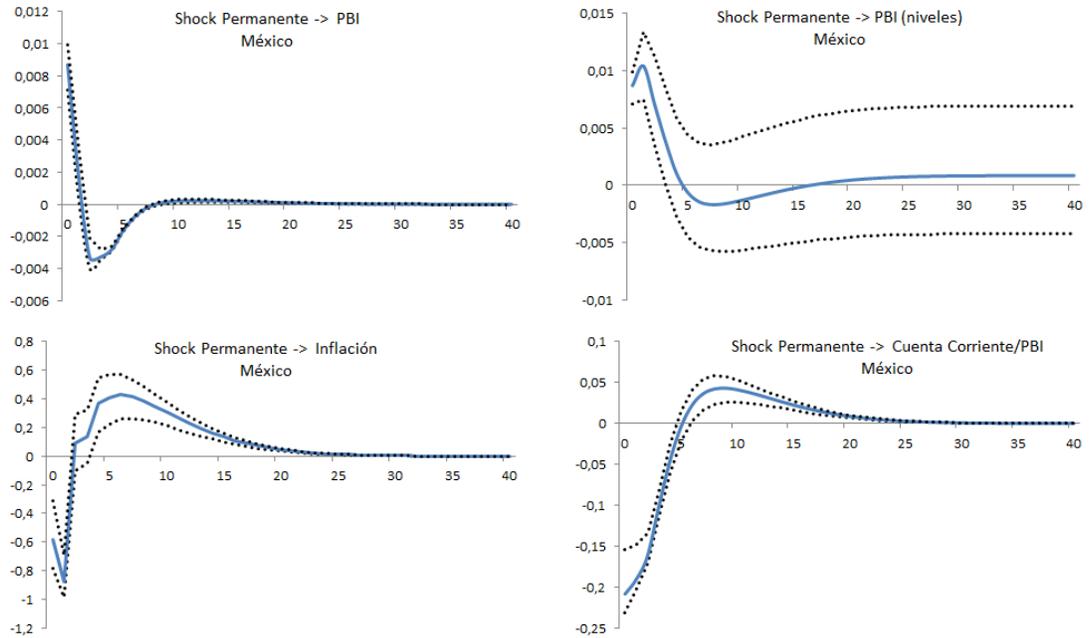
Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock Transitorio)



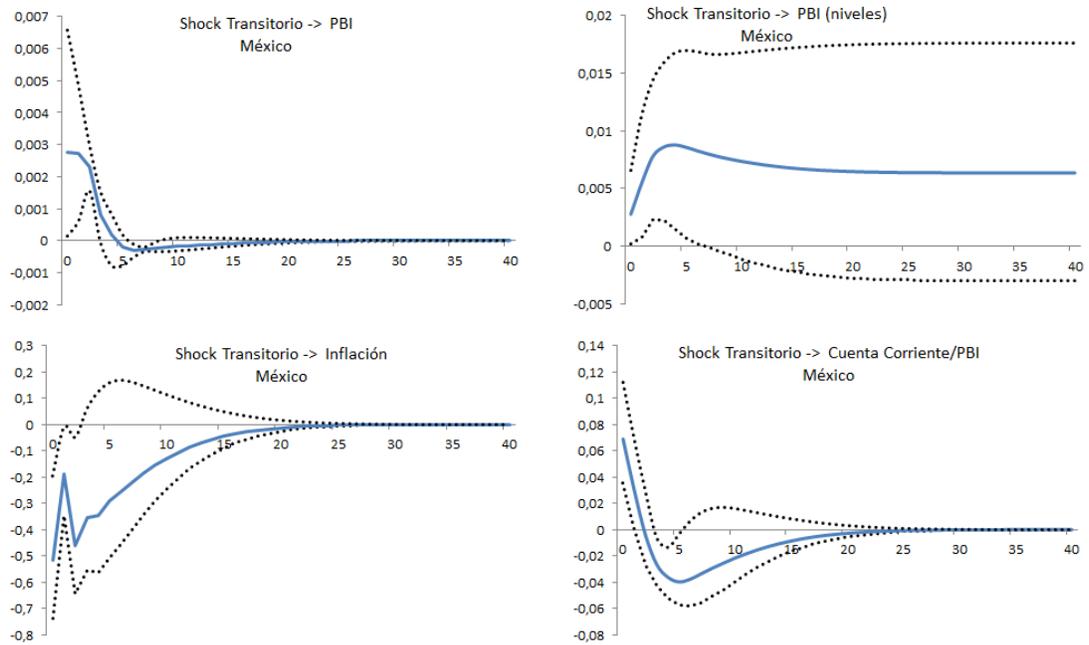
Funciones de Impulso - Respuesta de Canadá (Shock de Demanda)



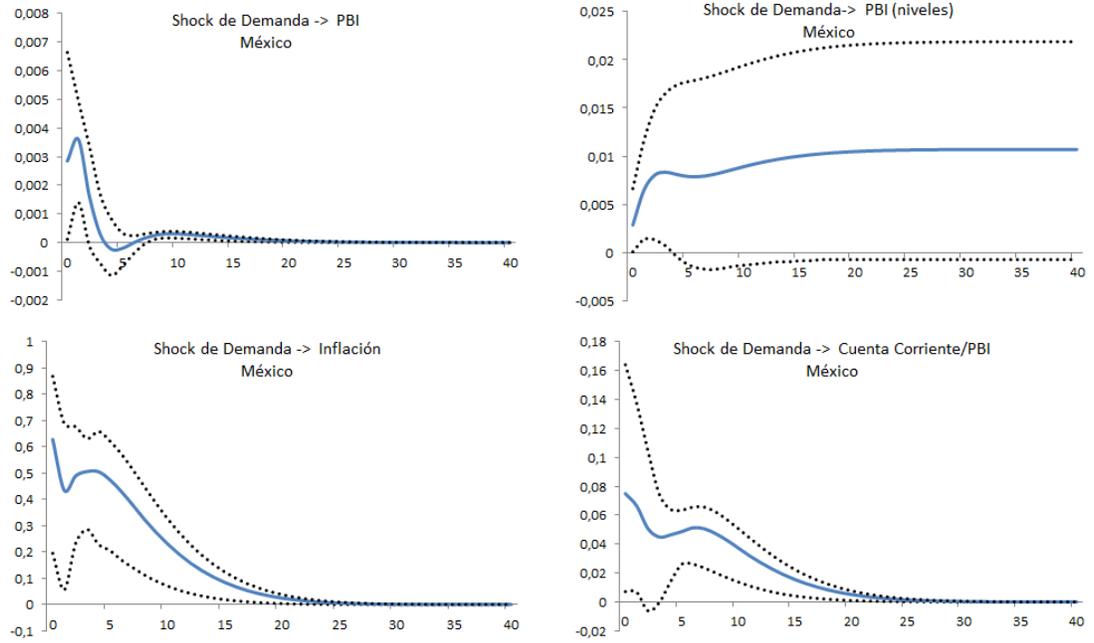
Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock Permanente)



Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock Transitorio)



Funciones de Impulso - Respuesta de México (Shock de Demanda)



Los resultados de la Descomposición de Varianzas son los siguientes:

Tabla C1. Descomposición de Varianzas para los Modelos Estimados
 Canadá

Variable	Horizonte de Pronóstico h	Proporción de la varianza del error de pronóstico h-períodos hacia adelante		
		Shock Permanente	Shock Transitorio	Shock de Demanda
PBI	1	34,89	17,82	47,29
	2	28,64	23,67	47,69
	3	28,74	27,12	44,14
	4	29,29	28,07	42,64
	5	29,64	28,18	42,18
	10	29,91	28,15	41,94
	20	29,71	28,53	41,77
	40	29,64	28,66	41,70
Inflación	1	22,85	31,95	45,20
	2	23,15	31,18	45,67
	3	23,36	31,06	45,58
	4	23,37	30,97	45,66
	5	23,40	30,96	45,64
	10	23,40	31,01	45,59
	20	23,32	31,18	45,50
	40	23,30	31,23	45,47
CC/PBI	1	23,73	39,96	36,30
	2	23,44	43,71	32,85
	3	19,71	50,77	29,52
	4	16,93	55,19	27,88
	5	14,99	58,04	26,97
	10	10,98	64,26	24,76
	20	9,53	66,66	23,80
	40	9,26	67,13	23,61

México

Variable	Horizonte de Pronóstico h	Proporción de la varianza del error de pronóstico explicada por:		
		Shock Permanente	Shock Transitorio	Shock de Demanda
PBI	1	75,09	11,91	12,99
	2	62,65	16,50	20,85
	3	61,67	17,95	20,38
	4	63,67	17,10	19,23
	5	65,15	16,36	18,49
	10	65,54	16,20	18,26
	20	65,41	16,20	18,39
	40	65,41	16,20	18,39
Inflación	1	33,15	28,06	38,80
	2	53,74	16,32	29,94
	3	44,30	21,54	34,16
	4	39,05	22,92	38,03
	5	37,35	23,14	39,51
	10	39,65	20,82	39,53
	20	41,48	19,95	38,57
	40	41,52	19,93	38,55
CC/PBI	1	75,44	9,61	14,96
	2	78,40	6,80	14,80
	3	80,28	5,45	14,27
	4	79,90	5,51	14,58
	5	78,25	6,27	15,48
	10	70,91	8,93	20,16
	20	69,53	9,28	21,19
	40	69,53	9,28	21,19

Gráfico C1. Descomposición de Varianzas para el Modelo de Canadá

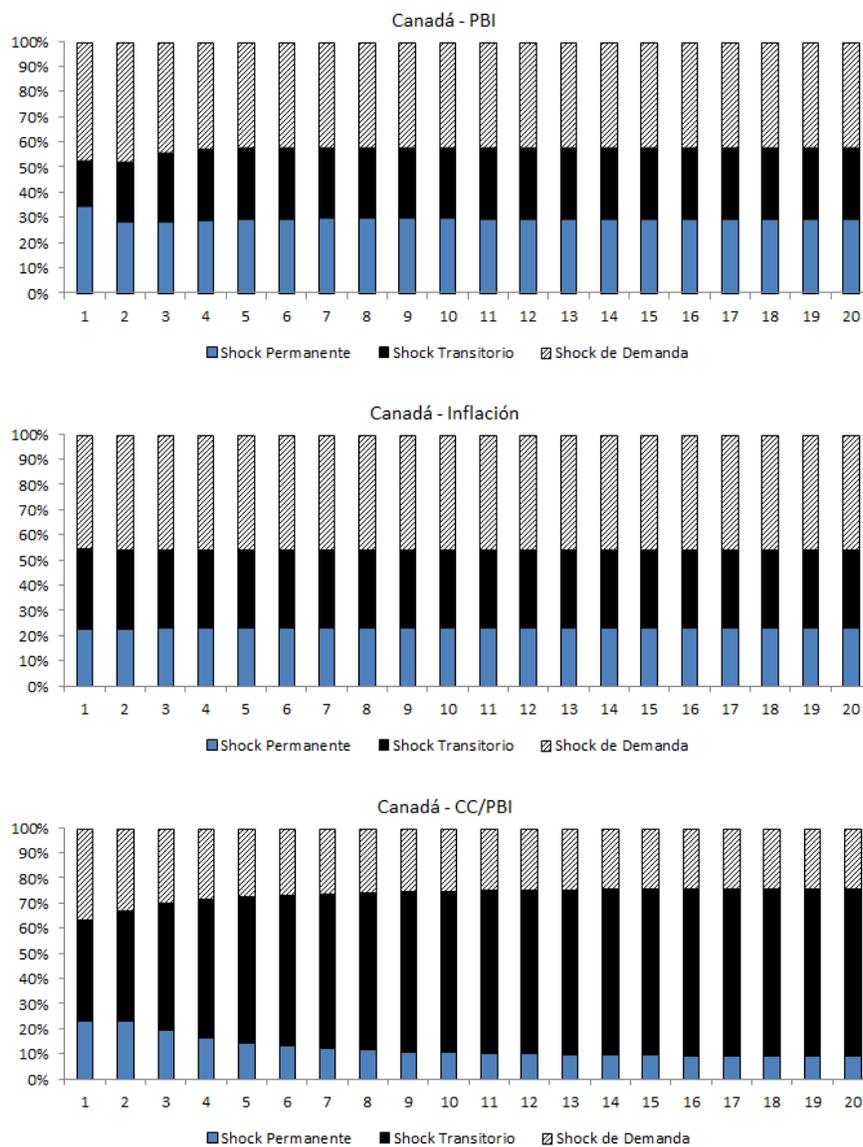
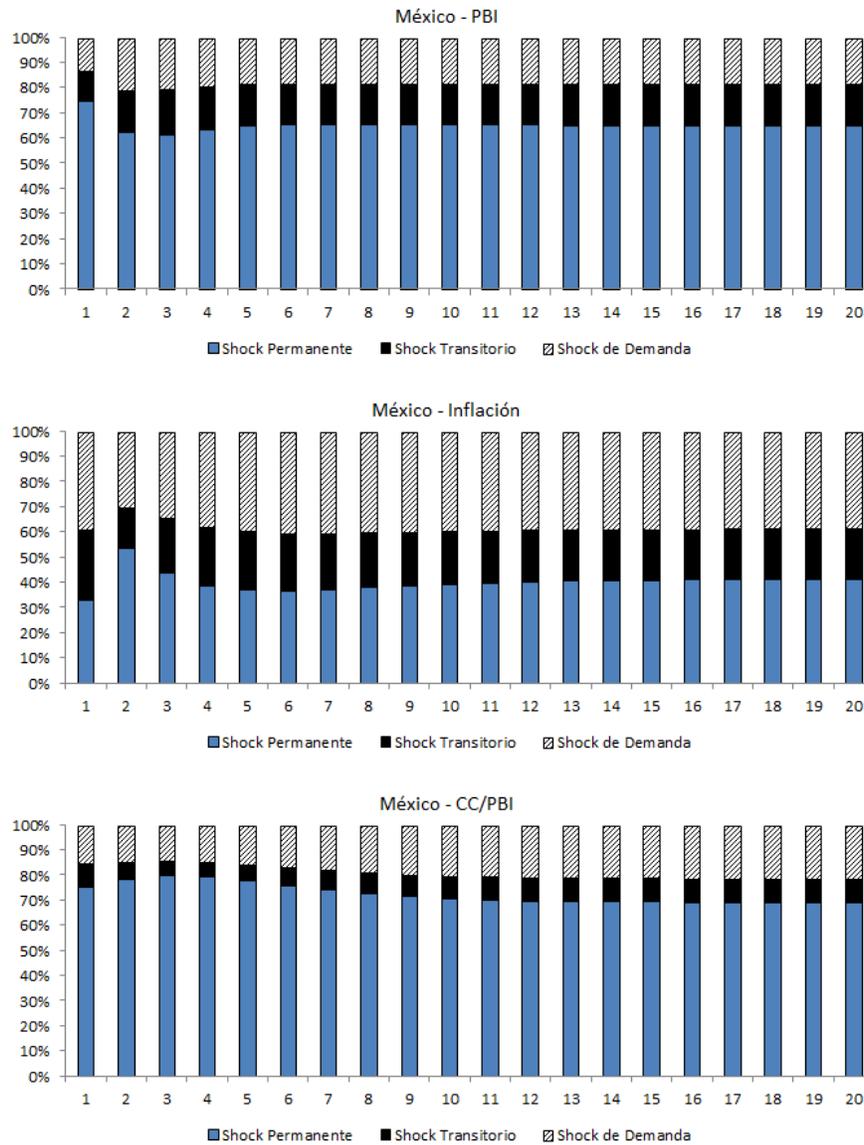


Gráfico C2. Descomposición de Varianzas para el Modelo de México



References

- [1] Aguiar, Mark and Gopinath, Gita, 2007. "Emerging Market Business Cycles: The Cycle Is the Trend," *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 115, pages 69-102.
- [2] Chang, Roberto and Fernández, Andrés, 2013. "On The Sources Of Aggregate Fluctuations In Emerging Economies," *International Economic Review*, Department of Economics, University of Pennsylvania and Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, vol. 54, pages 1265-1293.
- [3] Ciocchini, Francisco, 2012. "Neoclassical Growth Model", Universidad Torcuato Di Tella, Notas de clase de Macroeconomía II.
- [4] Ciocchini, Francisco, 2012. "Recursive Problems and Dynamic Programming", Universidad Torcuato Di Tella, Notas de clase de Macroeconomía II.
- [5] García-Cicco, Javier, Pancrazi, Roberto and Uribe, Martín, 2010. "Real Business Cycles in Emerging Countries?" *American Economic Review*, 100(5): 2510-31.
- [6] Hamilton, James, 1994. "Time Series Analysis", Princeton University Press, Estados Unidos, 799 pages.
- [7] Hevia, Constantino, 2013. "Structural Vector Autoregressions", Universidad Torcuato Di Tella, Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural.
- [8] Hevia, Constantino, 2013. "RBC Model with Technology and Demand Shocks", Universidad Torcuato Di Tella, Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural.
- [9] Hevia, Constantino, 2013. "Numerical approximation of DSGE models", Universidad Torcuato Di Tella, Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural.
- [10] Hevia, Constantino, 2014. "Emerging market fluctuations: What makes the difference?", *Journal of International Economics*, Vol. 94, Issue 1, pages 33-49.
- [11] Kilian, Lutz, 2011. "Structural Vector Autoregressions", CEPR Discussion Papers 8515, C.E.P.R. Discussion Papers.
- [12] Lütkepohl, Helmut, 2005. "New Introduction to Multiple Time Series Analysis", Springer Berlin Heidelberg, Germany, 764 pages.
- [13] Neumeyer, Pablo Andrés and Perri, Fabrizio, 2005. "Business Cycles In Emerging Economies: The Role Of Interest Rates," *Journal of Monetary Economics*, v52(2,Mar), 345-380.

- [14] Rebelo, Sergio, 2005. "Real Business Cycle Models: Past, Present And Future," *Scandinavian Journal of Economics*, v107(2), 217-238.
- [15] Schmitt-Grohé, Stephanie and Uribe, Martín, 2004. "Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function", *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol 28, pages 755.775.
- [16] Uhlig, Harald, 1997. "A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily", CentER, Tilburg University and CEPR.
- [17] Uribe, Martín and Schmitt-Grohé, Stephanie, 2015, "Open Economy Macroeconomics", Columbia University, USA, 708 pages.