

Modelo de equilibrio general dinámico para una pequeña economía abierta*

Dora Elena Jiménez Giraldo**

Bernardo Alberto Zapata Bonnett***

Resumen:

En este trabajo se emplea un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, en el que las distorsiones estocásticas afectan la productividad doméstica. El modelo para una economía pequeña y abierta es calibrado para Colombia logrando obtener algunas regularidades de los ciclos económicos de la economía colombiana.

Palabras clave: Ciclos Económicos Reales, Equilibrio General Dinámico, Economía pequeña y abierta

Abstract:

This paper uses a stochastic dynamic general equilibrium model, in which stochastic distortions affect household productivity. The model for a small

* Recibido: 01/03/2010 Aceptado:02/04/2010

** Magister en Ciencias Económicas y profesora de planta del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: dejimen0@unal.edu.co.

*** Magister en Ciencias Económicas, Especialista en Gerencia Financiera y profesor de planta del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: bzapatab@unal.edu.co.

open economy calibrated to Colombia is able to get some regularities of business cycles in the Colombian economy.

Keywords: Real Business Cycles, Dynamic General Equilibrium, Small Open Economic.

JEL: E30, E32, E37

Résumé:

Dans cet article est utilisé un modèle d'équilibre général dynamique stochastique dont les distorsions stochastiques affectent la productivité domestique. Le modèle pour une petite économie ouverte est calibré pour la Colombie qui parvient d'obtenir quelques régularités des cycles économiques de l'économie colombienne.

Mots-clés: Les cycles économiques réels, l'équilibre général dynamique, la petite économie ouverte.

Introducción

El trabajo tiene como objetivo desarrollar una extensión del marco de la Teoría de Ciclos Económicos Reales para el caso de una pequeña economía abierta usando un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, en el que las distorsiones estocásticas afectan la productividad doméstica. Para esto se pretende desarrollar un modelo parametrizado y simulado para una pequeña economía abierta y calibrar el modelo para que sea consistente con algunas de las regularidades empíricas que reflejan la estructura de la economía colombiana.

Los trabajos de Kydland y Prescott (1982) y Long y Plosser (1983) ilustran el valor de explorar los modelos dinámicos estocásticos usando un conjunto "razonable" para el valor de los parámetros, que, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Lucas (1980), se basan en estudios empíricos microeconómicos y en las propiedades de largo plazo de la economía para escoger el valor de los parámetros. Adicionalmente, King y Rebelo (1999) muestran como una forma de evaluar las predicciones de un modelo de ciclos reales es comparar los momentos que resumen la experiencia actual de la economía con los momentos similares del modelo.

El artículo consta de cinco secciones: la primera sección presenta una revisión teórica sobre los modelos de Ciclos Económicos Reales y los métodos empleados para cerrar modelos de pequeñas economías abiertas; la segunda sección presenta el modelo para una economía pequeña y abierta que será calibrado para la economía colombiana; la tercera muestra la metodología empleada para el desarrollo del modelo; finalmente, se presentan los resultados obtenidos.

I. Marco teórico

En el modelo básico RBC para estudiar las fluctuaciones económicas originario de Kydland y Prescott (1982) y Long y Plosser (1983), las distorsiones en productividad motivan a los agentes racionales a ajustar el ahorro y la inversión para suavizar el consumo, y para ajustar el empleo en respuesta a los cambios en el precio relativo del ocio y la productividad del trabajo. Este comportamiento es consistente con hechos estilizados pues genera fluctuaciones procíclicas en el consumo, la inversión y el empleo; hace que la inversión sea más volátil que el producto y el consumo; y produce persistencia positiva en los principales agregados macroeconómicos.

Mendoza (1991) argumenta dos hechos estilizados de economías abiertas: el ahorro nacional y la inversión doméstica son positivamente correlacionadas; y la cuenta corriente y la balanza comercial (de la balanza de pagos) tienden a moverse en forma contracíclica. La inversión reacciona en forma diferente a perturbaciones en la productividad en modelos de RBC de economías abiertas que en modelos de economías cerradas, pues el acceso a los mercados financieros internacionales permite a los individuos separar el ahorro y la inversión permitiéndoles financiar una brecha entre los dos con recursos externos.

Desde un punto de vista teórico, Schmitt y Uribe (2003) argumentan que los modelos de pequeñas economías abiertas presentan el problema de que como los agentes domésticos solo tienen acceso a bonos libres de riesgo cuya tasa de rentabilidad es determinada exógenamente, el estado estacionario depende de las condiciones iniciales, en particular de la posición inicial de los activos externos netos del país. La dinámica del equilibrio presenta un componente de paseo aleatorio, esto es, las perturbaciones tienen efectos de largo plazo en el estado de la economía. Presentan una descripción comparativa de cinco métodos alternativos para cerrar modelos de pequeñas economías abiertas:

1. Factor de descuento endógeno (preferencias del tipo Uzawa): se asume que el factor de descuento subjetivo es decreciente con el consumo; es decir, los agentes son más impacientes mien-

tras más consumen. La ecuación de Euler $\lambda_t = \beta(c_t)(1+r)\lambda_{t+1}$ se reduce en estado estacionario a $1 = \beta(c)(1+r)$, donde el nivel de consumo es una función de la tasa de interés r y de los parámetros que definen la función de descuento subjetivo $\beta(c)$. Adicionalmente, consideran una versión simplificada donde el factor de descuento es una función del consumo agregado per cápita con predicciones cuantitativas que no son significativamente diferentes.

2. Prima de la tasa de interés elástica a la deuda: se asume que los agentes domésticos enfrentan una tasa de interés creciente con la deuda extranjera neta del país, es decir, la tasa de interés tiene dos componentes; una tasa libre de riesgo y una prima de riesgo. La ecuación de Euler $1 = \beta(1+r+p(d))$ implica que en el estado estacionario la posición neta de activos externos depende de r y de los parámetros que definen la prima de riesgo $p(d)$.

3. Costos de ajuste de portafolio convexos: se asume que los costos de incrementar la posesión de activos en una unidad es mayor que uno pues incluye el costo marginal de ajustar el tamaño del portafolio. La ecuación de Euler $\lambda_t[1+\psi'(d_t)] = \beta(1+r)\lambda_{t+1}$ se simplifica en el estado estacionario a $[1+\psi'(d)] = \beta(1+r)$ por lo que el nivel de deuda externa depende de los parámetros β , r , y los que determinan la función de costos de ajuste del portafolio $\psi(d)$.

4. Mercados de activos completos: bajo mercados de activos completos, la utilidad marginal del consumo es proporcional entre los países, esto es, $U_c(c_t) = \alpha U_c^*(c_t^*)$; puesto que la economía doméstica es pequeña, c_t^* se determina exógenamente, y así, la estacionariedad de c_t^* implica estacionariedad de c_t .

5. Un modelo sin las características de estacionariedad inducidas: en esta economía, los niveles de equilibrio de consumo y activos externos netos presentan raíz unitaria por lo que los segundos momentos no condicionados no están bien definidos.

La única diferencia notable entre las especificaciones es que los mercados completos induce una mayor suavización del consumo. En tal sentido, en la práctica parece que la especificación que ha tenido más aceptación entre los estudios para Colombia es la de la prima de riesgo.

Suescun (1997) propone un modelo de crecimiento multisector estocástico dinámico que integra la literatura de los ciclos de negocios reales y la economía de la Enfermedad Holandesa para analizar las fluctuaciones, asignación de recursos y cambios en los precios relativos en pequeñas economías abiertas sujetas a perturbaciones en los términos de intercambio. Para permitir la

transición dinámica al equilibrio de estado estacionario junto con los procesos estacionarios de consumo y acumulación de deuda externa, asume que la economía enfrenta una curva de oferta de fondos extranjeros con pendiente positiva de la forma:

$$r_t = r^* + S\left(\frac{D_t}{HL_t}\right) \quad (1)$$

Donde:

r^* , es la tasa de interés real mundial; y

$s(\cdot) > 0$, es una función de prima de riesgo que depende positivamente del nivel de deuda externa relativa al tamaño de la economía (D_t/HL_t).

Este modelo es consistente con el hecho de que la tasa de interés doméstica es sistemáticamente mayor que la tasa de interés real mundial y con niveles de estado estacionario de la deuda externa positivos y finitos. Más específicamente, para propósitos de modelación:

$$r_t = r^* + \exp\left(\pi \left[\frac{d_t}{d}\right] + k\right) \quad (2)$$

Donde (los valores entre paréntesis son los datos utilizados, si aplica):

r^* , es la tasa de interés real libre de riesgo (6.5% anual);

π , mide la elasticidad de la deuda del componente de la prima de riesgo (5.1);

d_t , es el nivel de deuda externa;

d , representa el nivel de estado estacionario de la deuda; y

k , no especifica su definición (-10.2607).

Hamann y Riascos (1998) pretenden explicar la alta volatilidad y el comportamiento levemente procíclico de la balanza comercial de Colombia, hecho que contrasta con la evidencia encontrada para los países desarrollados; suponen que el trabajo es indivisible a la Hansen (1985), y que por la fragilidad de la economía o la capacidad de pago existe acceso imperfecto al mercado de capitales internacional por lo que los agentes enfrentan una oferta de activos en el mercado internacional con pendiente negativa frente a la tasa de interés, siendo esta última directamente relacionada con el nivel de endeudamiento en el estado estacionario. La racionalidad económica

es que a mayor deuda más difícil es pagarla y por lo tanto se debe pagar una prima de riesgo; la función de oferta tiene la forma:

$$r_t = r_t^* + S_0 \exp \left\{ -\pi \left(\frac{b_t}{|b|} \right) \right\} \quad (3)$$

Donde (los valores entre paréntesis son los datos utilizados, si aplica):

r_t^* , es la tasa de interés real de la economía mundial que se supone como un proceso estocástico exógeno (6.5% anual);

S_0 , es una constante que se debe fijar ($S_0 = (\gamma_x \beta - 1 - r^*) e^\pi = 0.0001937$);

π , es la semielasticidad de la tasa de interés contra la deuda (5.1); y

b , es el valor de estado estacionario de la deuda per cápita.

Hamann (2002) investiga los efectos del riesgo soberano sobre las expectativas racionales estocásticas de equilibrio en una pequeña economía abierta. Encuentra que el mercado crediticio es imperfecto porque el gobierno soberano no puede comprometerse a pagar la deuda y escoge una moratoria cuando es óptimo hacerlo. La posibilidad de moratoria induce una prima de riesgo soberano endógena sobre la deuda externa. Parametriza y resuelve el modelo numéricamente para explorar los determinantes de las decisiones de ahorro e inversión en una economía que puede escoger óptimamente una moratoria sobre su deuda externa. Asume que los acreedores internacionales son neutrales al riesgo y que prestan fondos de un mercado independiente a la tasa libre de riesgo; mientras mayor el nivel de deuda, mayor la probabilidad de moratoria. Dado que los bancos son neutrales al riesgo, prestan si el rendimiento es al menos la tasa libre de riesgo:

$$(1 - \lambda(s))(1 + r(s)) \geq (1 + \exp(n)\tilde{r}) \quad (4)$$

Donde:

$\lambda(s)$, es la probabilidad de moratoria;

$r(s)$, es la tasa de riesgo soberano;

$\exp(n)$, es un choque estocástico a la tasa de interés internacional libre de riesgo; y

\tilde{r} , es la tasa libre de riesgo.

Hamann et al (2004) presentan un modelo de equilibrio general estocástico dinámico de inflación objetivo en una pequeña economía abierta y calibran el modelo para Colombia al tiempo que presentan la respuesta de algunas variables de algunas variables macroeconómicas a diferentes tipos de choques que son relevantes para las economías emergentes. Definen la tasa de interés nominal externa como:

$$(1 + i_t^f) = (1 + i_t^*) \left(1 + \vartheta \left(\frac{F_t}{y_t} \right) \right) \quad (5)$$

Donde:

i_t^f , es la tasa de interés nominal externa:

i_t^* , es la tasa de interés internacional nominal libre de riesgo:

$\vartheta(\)$, es la función de prima de riesgo:

F_t , son los activos netos externos: y

y_t , es el nivel de producto.

II. El modelo

Supóngase una pequeña economía donde el gobierno soberano presta de un continuo de inversionistas neutrales al riesgo. Las variables del modelo se presentan en términos reales per cápita; en tal sentido, por simplicidad, se supone constante la población, es decir, la tasa de crecimiento de la población es nula. Modificando apropiadamente el modelo general de RBC de King y Rebelo (1999) y la extensión para una economía abierta de Mendoza (1991), el modelo es parametrizado, simulado y calibrado, usando técnicas de programación dinámicas para determinar su habilidad de replicar los hechos estilizados de una pequeña economía abierta.

Preferencias

La economía está poblada por un gran número de agentes de vida infinita (el supuesto de horizonte infinito se justifica por la presencia de motivos altruistas entre generaciones), cuya utilidad esperada está definida por:

$$U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, l_t) \quad (4)$$

Donde:

E_0 es el operador de expectativas de los valores futuros de c_t y l_t basado en el conjunto de información disponible en el momento cero;

$\beta \in (0, 1)$, es el factor de descuento subjetivo intertemporal, es decir, el factor de impaciencia del consumo;

c_t es el consumo;

h_t es el trabajo; y

$u(\cdot)$, es la función de utilidad instantánea; se asume cóncava ($u'(\cdot) > 0$, $u''(\cdot) < 0$). Implica una preferencia por suavización de consumo y ocio. También implica una disposición a sustituir a través del tiempo si la tasa de interés y el salario implican diferentes costos de consumo y ocio en diferentes momentos. Implícitamente es una forma de la hipótesis del ingreso permanente de Friedman.

Tecnología

El producto de la economía está descrito por la tecnología de producción que utiliza factores o insumos para la obtención de un bien de consumo final:

$$y_t = A_t f(k_{t-1}, h_t) \quad (5)$$

Donde:

y_t es el nivel de producto;

A_t es una variable aleatoria del choque de productividad;

$f(\cdot)$, es una función de producción que representa el PIB;

k_t es el nivel (utilizado) de capital físico; y

h_t es la cantidad de horas trabajadas.

El capital físico (doméstico) se acumula de acuerdo con la siguiente ley de movimiento: la variación en el nivel de capital de un período a otro es igual a la inversión realizada menos la depre-

ciación del capital existente, o lo que es equivalente, el capital de mañana es igual a la inversión menos el capital no depreciado:

$$k_{t+1} = i_t + (1 - \delta)k_t \quad (6)$$

Donde:

i_t es la inversión bruta en capital físico; y

$\delta \in (0, 1)$, es la tasa de depreciación del capital físico.

Para incorporar el hecho de que el capital financiero tiene mayor movilidad que el capital físico se incluye una función de costos de ajuste de capital en función de la inversión neta:

$$\left(\frac{\varphi}{2}\right)(k_t - k_{t-1})^2 \quad (7)$$

La restricción (en igualdad) de los recursos agregados de la economía que corresponde al ingreso nacional (sin gobierno), establece que la suma del consumo, la inversión y la balanza comercial son iguales a la producción doméstica:

$$c_t + i_t + t_t = y_t - \left(\frac{\varphi}{2}\right)(k_t - k_{t-1})^2 \quad (8)$$

Donde:

t_t es la balanza comercial.

Estructura financiera (sector externo)

La dinámica de la deuda externa sigue la siguiente ley de movimiento:

$$d_t = (1 + r_t - 1)d_{t-1} + t_t \quad (9)$$

Donde:

d_t es la deuda externa; y

r_p es la tasa de interés.

La tasa de interés tiene dos componentes: un factor libre de riesgo exógenamente determinado, y un spread que determina la prima de riesgo:

$$r = rfr + s(\bullet) \quad (10)$$

Donde:

rfr , es la tasa de interés real mundial; y

$s(\cdot)$, es una función para el spread que determina la prima de riesgo en función del nivel de endeudamiento.

El problema de optimización

El agente representativo maximiza sus preferencias

$$\max_{c, i} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, h_t) \quad (11)$$

Sujeto a la restricción presupuestaria:

$$d_t = (1 + r_{t-1})d_{t-1} - y_t + c_t + i_t + \left(\frac{\varphi}{2}\right)(k_t - k_{t-1})^2 \quad (12)$$

El lagrangiano del problema de optimización es por lo tanto:

$$\ell = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ u(c_t, h_t) + \lambda_t \left[d_t - (1 + r_{t-1})d_{t-1} + Af(k_{t-1}, h_t) - c_t - i_t - \left(\frac{\varphi}{2}\right)(k_t - k_{t-1})^2 \right] \right\} \quad (13)$$

Condiciones de primer orden

Las condiciones de primer orden (o condiciones de eficiencia) del problema de optimización son las siguientes:

$$\frac{\partial \ell}{\partial c_t} = 0 \Leftrightarrow U_c(c_t, h_t) = \lambda_t \quad (14)$$

$$\left(\frac{\partial \ell}{\partial h_t}\right) = 0 \Leftrightarrow U_h(c_t, h_t) = \lambda_t A_t f_h(k_{t-1}, h_t) \quad (15)$$

$$\left(\frac{\partial \ell}{\partial k_t}\right) = 0 \Leftrightarrow \lambda_t [1 + \varphi'(k_t - k_{t-1})] = \beta E_t \lambda_{t+1} [A_{t+1} f_k(k_t, h_{t+1}) + (1 - \delta) + \varphi'(k_{t+1} - k_t)] \quad (16)$$

$$\left(\frac{\partial \ell}{\partial d_t}\right) = 0 \Leftrightarrow \lambda_t = \beta(1 + r_t) E_t \lambda_{t+1} \quad (17)$$

$$\left(\frac{\partial \ell}{\partial \lambda_t}\right) = 0 \Leftrightarrow d_t = (1 + r_{t-1})d_{t-1} - y_t + c_t + i_t + \left(\frac{\varphi}{2}\right)(k_t - k_{t-1})^2 \quad (18)$$

III. Metodología

El conjunto de ecuaciones de primer orden corresponden a un sistema de ecuaciones simultáneas estocástico, dinámico, no lineal, por lo que para su solución alrededor del estado estacionario es necesario linealizar dicho sistema. Burnside (1999) muestra cómo solucionar analíticamente un sistema simple; sin embargo, por lo complejo del sistema a solucionar, es necesario buscar una alternativa computacional; Dynare®, de acuerdo con Collard y Juillard (2003).

El primer módulo corresponde a las variables del modelo, tanto endógenas como exógenas: Las variables endógenas del modelo (en logaritmos) son el producto (y), el consumo (c), la inversión (i), las horas trabajadas (h), el capital (k), la tecnología (a), el salario real (w), la tasa de interés real (r) y el valor de la deuda externa (d). La variable exógena es el choque tecnológico (e).

El segundo módulo corresponde a la definición de los parámetros. Se utiliza el valor de los parámetros calibrados para la economía colombiana presentados por Hamann y Riascos (1998). Los demás parámetros son tomados de Schmitt y Uribe (2003).

El tercer módulo tiene que ver con la especificación de las ecuaciones del modelo. Aquí se ingresan las condiciones de primer orden tal como se escriben.

En el cuarto módulo se dan valores iniciales (estado estacionario) a las variables definidas en el primer módulo.

En el modulo quinto se introduce la varianza de las perturbaciones.

Por último, se introducen los comandos para calcular el estado estacionario y los valores propios del modelo, así como la solución y simulación del mismo, incluyendo las opciones del filtro de Hodrick y Prescott para un lambda de 100 (pues corresponde a valores anuales), un orden de aproximación de Taylor de 1, y la opción para que las funciones impulso respuesta sean normalizadas en porcentaje del error estándar del choque estocástico (para facilitar su escala de comparación).

IV. Resultados y análisis

El objetivo de este ejercicio es determinar si un modelo para una economía pequeña y abierta puede replicar algunas de las características del ciclo económico colombiano.

Tabla No.1 Características de las Series Simuladas - Dynare

VARIABLE	Desviación Estándar		Autocorrelación	correlación cruzada
	σ_x	σ_x/σ_y	primer orden	(xt, yt)
PIB	0.031471	1.0000	0.6403	1.0000
Consumo privado	0.027332	0.8684	0.7897	0.9494
Empleo	0.021629	0.6872	0.6403	1.0000
Inversión	0.128363	4.078	0.1200	0.7665
Stock de Capital	0.020494	0.6512	0.9500	0.7813
Productividad	0.014254	0.4529	0.4262	0.9208
Salario	0.009841	0.3127	0.6403	1.0000
Tasa de interés	0.000792	0.02516	0.9580	-0.1605
Deuda pública	0.028764	0.9139	0.9580	-0.1605

Fuente: cálculo de los autores

Al comparar los resultados presentados en la tabla No. 1 correspondientes al modelo calibrado y simulado en Dynare con las regularidades empíricas para una economía pequeña y abierta encontramos lo siguiente:

En primer lugar, encontramos que al igual que en la regularidad empírica el producto es más volátil que el consumo y menos volátil que la inversión y el empleo. Estos resultados también coinciden con los resultados obtenidos en el trabajo de Hamann y Riascos.

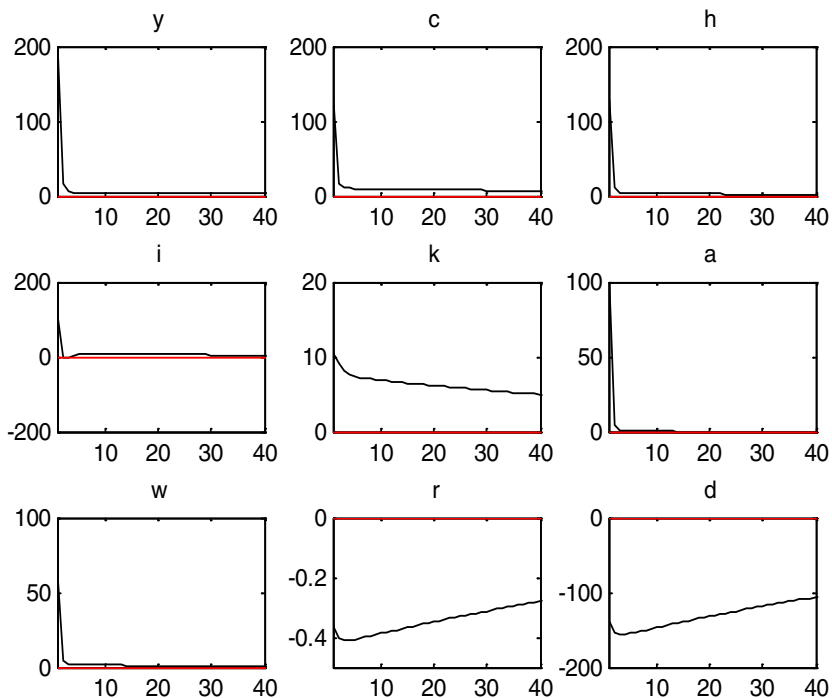
En segundo lugar, el consumo, la inversión y el empleo están positivamente correlacionados con el producto. Además todas las variables son procíclicas, excepto la tasa de interés y la deuda

pública. Las series que presentan una menor volatilidad son el stock de capital, la tasa de interés y el salario, lo que también va de acuerdo a la evidencia empírica.

En conclusión la simulación en Dynare permite replicar algunas de las características de una economía pequeña y abierta, en particular, el caso de la economía colombiana.

A continuación se presentan las funciones impulso respuesta arrojadas por Dynare ante un choque productividad.

Gráfica No. 1

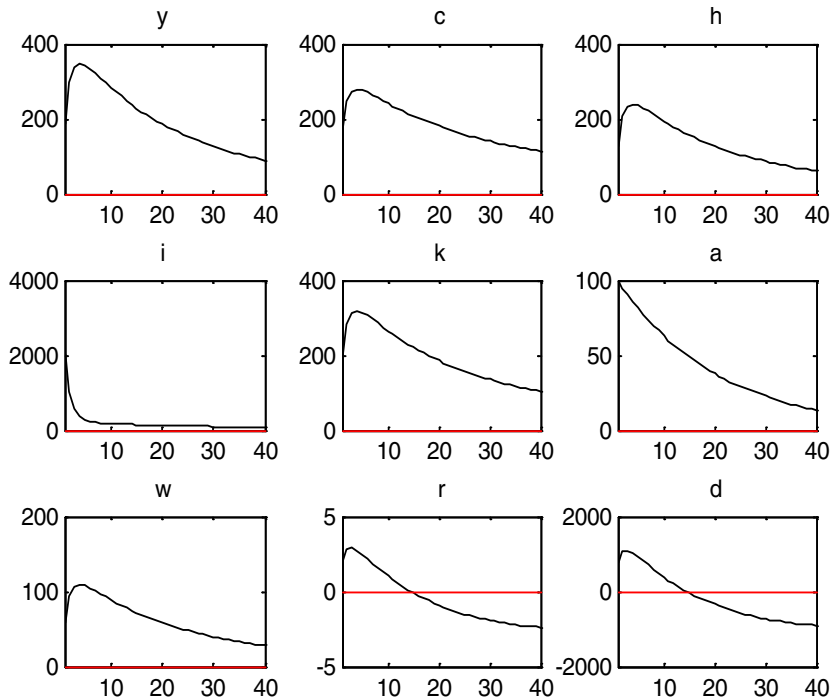


Funciones impulso respuesta de un choque de productividad poco persistente

La gráfica No. 1 corresponde a las funciones impulso respuesta del ejercicio simulado en Dynare, con un choque productividad poco persistente. Un choque en la productividad aumenta el consumo, la inversión, el empleo y, como consecuencia, el producto. Por la suavización del consumo, este disminuye menos rápido que el producto, mientras que la inversión lo hace de manera acelerada, incluso sobrereaccionando ligeramente, pero regresando rápidamente a su nivel (a una

velocidad mayor que todas las demás variables). La tasa de interés y la deuda externa sobrerreaccionan fuertemente, y luego regresan gradualmente. Esto se debe a que la deuda debe financiar los mayores niveles de consumo e inversión; dado que estos recursos deben ser pagados, la deuda regresa gradualmente a su nivel y de esta forma la tasa de interés se va ajustando también gradualmente. Estos resultados, al igual que los anteriores, replican la regularidad empírica de una manera muy acertada la respuesta de una economía pequeña y abierta ante un choque de productividad poco persistente.

Gráfica No. 2



Funciones impulso respuesta de un choque de productividad persistente

En la gráfica No. 2 se presentan las funciones impulso respuesta cuando el choque de la productividad es persistente. Con un choque de productividad persistente el consumo, la inversión, el empleo y el producto aumentan por encima de sus tasas de crecimiento de largo plazo. Con respecto a la deuda pública los agentes aumentan su nivel de endeudamiento internacional para

financiar el aumento en el consumo y la inversión, pero debido a que las deudas en el exterior se deben ir cancelando, con el tiempo la deuda se va reduciendo y lentamente retorna a su tasa de crecimiento de largo plazo. Por otro lado, encontramos que la inversión es la variable que más rápidamente retorna a su nivel de largo plazo. Respuesta que coincide con la regularidad empírica de una economía pequeña y abierta.

Conclusiones y comentarios finales

Una economía abierta presenta características que pueden reproducirse mediante un modelo de equilibrio general dinámico estocástico dentro del marco de la Teoría de los Ciclos Económicos Reales. Se desarrolló un modelo parametrizado y calibrado para el caso colombiano.

En términos generales la simulación realizada en Dynare permitió replicar algunas de las regularidades empíricas de una economía pequeña y abierta, en particular, el caso de la economía colombiana. Encontramos, por ejemplo, que al igual que en la regularidad empírica el producto es más volátil que el consumo y menos volátil que la inversión y el empleo. Estos resultados también coinciden con las simulaciones realizadas para una economía pequeña y abierta por Hamann y Riascos (1998).

De este trabajo queda pendiente una agenda de futuras investigaciones. En particular, la forma apropiada de introducir otras variables propias de una pequeña economía abierta como lo son las reservas internacionales y la inversión extranjera directa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burside, Craig. 1999. "Real Business Cycle Models: Linear Approximation and GMM Estimation." *The World Bank, mimeo*.
- Collard, Fabrice y Michel Juillard. 2003. "Stochastic simulations with DYNARE". A practical guide, mimeo.
- Hamann, Franz. 2002. "Sovereign Risk and Real Business Cycles in a Small Open Economy" Working Paper.
- Hamann, Franz y Alvaro Riascos. 1998. "Ciclos Económicos en una Economía Pequeña y Abierta: Una Aplicación para Colombia." *Borradores Semanales de Economía*, 89: 2-29.
- Hamann, Franz, Juan Manuel Julio, Paulina Restrepo, y Alvaro Riascos. 2004. "Inflation Targeting in a Small Open Economy: The Colombian Case." Working paper.
- Kidland, Finn y Edward Prescott. 1982. "Time to Build and Aggregate Fluctuations." *Econometrica*, 50(6): 1345-1370.
- King, Robert y Sergio Rebelo. 1999. "Resuscitating Real Business Cycles." NBER Working Paper 7534.
- Long, John y Charles Plosser. 1983. "Real Business Cycles." *Journal of Political Economy*, 91(1): 39-69.

- Lucas, Robert. 1980. "Methods and problems in business cycle theory." *Journal of Money, Credit and Banking*, 12: 696-715.
- Mendoza, Enrique. 1991. "Real Business Cycles in a Small Open Economy." *The American Economic Review*, 81(4): 787-818.
- Schmitt-Grohé, Stephanie y Martín Uribe. 2003. "Closing small open economy models." *Journal of International Economics*, 61(1):163-185.
- Suescun, Rodrigo. 1997. "Commodity Booms, Dutch Disease, and Real Business Cycles in a Small Open Economy: The Case of Coffee in Colombia." *Borradores Semanales de Economía*, 73: 2-33.

Anexo 1

Programación Dynare

Las series fueron filtradas utilizando el filtro Hodrick- Prescott y se empleo una aproximación de series de Taylor de orden 1.

periods 10000;

var y, c, h, i, k, a, w, r, d;

varexo e;

parameters bet, del, alp, rho, ome, phi, fi, dee, rf, gam;

bet = 0.93;

del = 0.05;

alp = 0.33;

rho = 0.42;

ome = 3.1;

phi = 0.04;

fi = 0.0009699;

rf = 0.065;

dee = 0.7442;

gam = 1.02;

model;

$(\exp(c) - \text{ome}^{-1}) * \exp(h)^{\text{ome}}^{-\text{gam}} = \text{bet} * (1+r) * (\exp(c+1) - \text{ome}^{-1}) * \exp(h+1)^{\text{ome}}^{-\text{gam}};$

$\exp(h)^{\text{ome}-1} = \exp(w);$

$(\exp(c) - \text{ome}^{-1}) * \exp(h)^{\text{ome}}^{-\text{gam}} * (1 + \text{phi} * (\exp(k) - \exp(k(-1))))$


```

= bet*(exp(c(+1))-ome^(-1)*exp(h(+1))^ome)^(-gam)*(alp*exp(y(+1)))*(exp(k)^(-1))+(1-
del)+phi*(exp(k(+1))-exp(k));
exp(k) = (1-del)*exp(k(-1))+exp(i);
exp(y) = exp(a)*exp(k(-1))^(alp)*exp(h)^(1-alp);
exp(w) = (1-alp)*exp(y)*(exp(h)^(-1));
r = rf + fi*(exp(exp(d)/dee)-1);
exp(d) = (1+r(-1))*exp(d(-1))-exp(y)+exp(c)+exp(i)+(phi/2)*(exp(k)-exp(k(-1)))^2;
a = rho*a(-1) + e;
end;
initval;
y = 0.38;
c = 0.09;
i = -1.11;
h = -0.0048;
k = 1.19;
a = 0;
w = -0.0022;
r = 0.04;
d = -0.13;
end;
shocks;
var e;
stderr 0.0129;
end;
steady;
check;
stoch_simul (hp_filter = 100, order = 1, relative_irf);

```