

**BANCO DE GUATEMALA**

Documentos de Trabajo

**CENTRAL BANK OF GUATEMALA**

Working Papers

No. 131

**INTERACCIÓN ENTRE LA POLÍTICA FISCAL Y  
MONETARIA EN GUATEMALA: UN MODELO  
DSGE BAYESIANO\***

**Año 2014**

Autor:

Carlos Javier Rodríguez Espejo

\*Trabajo ganador del 3er. lugar, reconocimiento otorgado por el Jurado Calificador del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central Dr. Manuel Noriega Morales, Edición XXV





## **BANCO DE GUATEMALA**

La serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala es una publicación que divulga los trabajos de investigación económica realizados por el personal del Banco Central o por personas ajenas a la institución, bajo encargo de la misma. El propósito de esta serie de documentos es aportar investigación técnica sobre temas relevantes, tratando de presentar nuevos puntos de vista que sirvan de análisis y discusión. Los Documentos de Trabajo contienen conclusiones de carácter preliminar, las cuales están sujetas a modificación, de conformidad con el intercambio de ideas y de la retroalimentación que reciban los autores.

La publicación de Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros de la Junta Monetaria del Banco de Guatemala. Por lo tanto, la metodología, el análisis y las conclusiones que dichos documentos contengan son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representan la opinión del Banco de Guatemala o de las autoridades de la institución.

\*\*\*\*\*©\*\*\*\*\*

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is a publication that contains economic research documents produced by the Central Bank staff or by external researchers, upon the Bank's request. The publication's purpose is to provide technical economic research about relevant topics, trying to present new points of view that can be used for analysis and discussion. Such working papers contain preliminary conclusions, which are subject to being modified according to the exchange of ideas, and to feedback provided to the authors.

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is not subject to previous approval by the Central Bank Board. Therefore, their methodologies, analysis and conclusions are of exclusive responsibility of their authors, and do not necessarily represent the opinion of either the Central Bank or its authorities.

















































































$e_t$  : vector de innovaciones en los procesos exógenos

$h_t$  : vector de errores de proyección

Luego de haber log linearizado las condiciones de equilibrio del modelo DSGE, la solución de las ecuaciones en diferencias de expectativas racionales resultantes nos conduce a una representación de la ecuación de transición, de la siguiente forma:

$$S_t = \Phi_1(q)S_{t-1} + \Phi_e(q)e_t \quad (34)$$

Por otro lado la Ecuación de Medida nos muestra la relación entre el vector de las variables del modelo,  $S_t$ , que contiene tanto shocks exógenos como también variables de estado no observables endógenas del modelo, con el vector de variables observables,  $y_t$ , que representa variables como el producto, la inflación, la tasa de interés nominal.

$$y_t = A(q) + BS_t \quad (35)$$

Finalmente se obtiene un vector de datos  $Y_t$ , con el que se calcula la función de verosimilitud  $L(q|Y^T)$ , que será evaluada con el filtro de Kalman para un  $\theta$  dado.

### **Algoritmo Metropolis-Hastings**

Este algoritmo se basa en los métodos *Markov-Chain Monte Carlo* (MCMC), mediante el cual se puede estimar los parámetro del modelo a partir de la generación de muestras aleatorias y aproximándonos a las distribuciones a posteriori.

En particular, el procedimiento para calcular la distribución posterior consta de dos etapas. En la primera etapa se encuentra la moda de la distribución, y la matriz hesiana evaluada en la moda mediante un procedimiento de maximización estándar. En la segunda etapa se generan valores aleatorios de la posterior utilizando el algoritmo de Metropolis-Hastings. El procedimiento de este algoritmo es el de generar, apoyado en

valores pasados, una secuencia de valores aleatorios<sup>6</sup>. Siguiendo a Caputo, Liendo y Medina (2006), la secuencia de pasos viene dada por:

**Paso1.** Se inicia el proceso con un valor inicial para los parámetros  $q^0$  y se obtiene el producto de la función de verosimilitud con el valor inicial:

$$L(q^0|Y^T)p(q^0)$$

**Paso2.** Entonces se genera un valor aleatorio  $q^1$ , de la forma  $q^1 = q^0 + v^1$ , donde  $v^1$  tiene distribución multivariada normal. Seguidamente para  $q_1$  se debe calcular el producto de la Función de Verosimilitud con la prior de esta.

En este paso encontramos un nuevo valor aleatorio que puede ser aceptado o rechazado con una probabilidad de R y (1-R) respectivamente.

$$R = \min \left\{ 1, \frac{L(q^1|Y^T)p(q^1)}{L(q^0|Y^T)p(q^0)} \right\}$$

Si el valor es aceptado generaremos otro valor para luego evaluarlo, sino fuera aceptado descartamos este y volvemos a generar uno nuevo a partir del valor inicial, para luego evaluarlo.

## Datos

Estimamos el modelo DSGE utilizando datos trimestrales de la economía guatemalteca para el periodo 2005:1-2012:4. La fuente principal de información para las series del PBI real, el deflactor del PBI, la tasa de interés nominal de corto plazo, el gasto total de

---

<sup>6</sup> Es por ello que se está dentro de la familia de los modelos de Cadenas de Markov MonteCarlo.



gobierno (no financiero), y los ingresos tributarios totales del gobierno central, son las estadísticas del Banco de Guatemala.

La tasa de interés nominal de corto plazo equivale a la tasa de interés de política monetaria. El gasto no financiero de gobierno comprende a egresos de naturaleza periódica, que pueden ser destinados a los pagos por concepto de remuneración a los empleados del sector público, las compras de bienes y servicios hechas por el estado, los gastos de defensa, la inversión bruta de capital, etc. Por su parte, los ingresos tributarios del Gobierno Central consideran a todo impuesto pagado por los contribuyentes a esta instancia del Gobierno.

A la serie del PBI real debe le aplicamos logaritmos, le extraemos el componente estacional usando el método Census X12, y le quitamos la tendencia. A las otras variables se les debe hacer un *demeaning* y se les debe quitar el componente estacional, según sea el caso.

## **Estimación del Modelo**

### **Calibración de Parámetros del modelo**

En términos generales, la calibración consiste en asignar valores- con sentido económico- a los parámetros profundos del modelo, para que éste coincida con ciertas características de largo plazo de los datos. Cabe señalar que éstos valores no deben ser asignados *ad-hoc* por el investigador, sino que deben estar sustentados por evidencia microeconómica, cuentas nacionales, estadísticos de la data agregada nacional, así como otros estudios macro económicos.

En el modelo nekeynesiano formulado para evaluar la interacción entre la política fiscal y monetaria, el grupo de parámetros calibrados se detalla en la Tabla 1. Siguiendo a otros estudios, al factor de descuento relevante para las familias  $b$  se le asigna un valor de 0.99, lo cual implica una tasa de interés anual de equilibrio de 4%. Asimismo, siguiendo a Lubik & Schorfheide (2007), calibramos la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos y extranjeros,  $h$ , como 1. De la misma manera, asignamos un valor igual a 1 a la elasticidad de sustitución entre bienes producidos en diferentes países del resto del mundo  $g$ . Por otro lado, a la proporción de bienes importados en la canasta agregada de consumo,  $a$ , se le asigna un valor igual a 0,20, siguiendo el estudio realizado para Guatemala por Morán y Pérez (2013). Finalmente, calibramos dos parámetros adicionales, que están incluidos en la restricción presupuestaria que enfrenta la autoridad fiscal. Primero, al parámetro que representa el ratio de consumo privado sobre PBI de largo plazo o estado estacionario,  $\bar{C}$ , le asignamos un valor igual a 0,84. Para obtener este valor, simplemente se calculó un promedio simple del consumo privado como porcentaje del PBI durante el período de estudio (2005:1-2012:4), utilizando las series de la economía guatemalteca. Análogamente, al parámetro stock de deuda de estado estacionario ( $\bar{B}$ ) se le asigna un valor de 0.41, tomando un promedio de la deuda de gobierno doméstica durante el período de estudio.

**Tabla 1 Parámetros Calibrados**

<b>Símbolo</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$b$	Factor de descuento de las familias	0.99
$a$	Proporción de Bienes importados en la canasta agregada de consumo	0.20
$h$	Elasticidad de sustitución entre bienes domésticos y extranjeros	1.00
$g$	Elasticidad de sustitución entre bienes producidos en dif. países $j$	1.00
$\bar{C}$	Ratio consumo privado/PBI de largo plazo o estado estacionario	0.84
$\bar{B}$	Ratio stock de deuda anual/PBI de largo plazo o estado estacionario	0.41

## Elección de Priors

En esta sección se especifican las distribuciones *prior* de los parámetros del modelo los cuales son reportados en la Tabla 2.

La elección de las distribuciones *a priori* de los parámetros se hace tomando en cuenta otros estudios empíricos realizados, ya que dicho conocimiento – no incluido en los datos- forma parte de las creencias del investigador. En el caso de Guatemala, son pocos los estudios empíricos que desarrollan modelos DSGE, sin embargo, tomamos en cuenta las especificaciones de dos estudios importantes realizados recientemente, Castillo Maldonado (2012) y Morán y Pérez (2013). Asimismo, otras fuentes de consulta son Caputo, Liendo y Medina (2006), así como Castillo, Montoro y Tuesta (2006), quienes estiman por modelos DSGE para países de sur América. Asimismo, los *prior* no incluidos en los estudios anteriores, son extraídos de estudios realizados en otros países de América Latina, y en Europa. Cabe mencionar que para aquellos *prior* de los que no se disponga de mucha información, se les asignará una desviación estándar mayor, debido a que existe mayor incertidumbre.

En el caso de los parámetros estructurales  $z$  y  $q$ , y los parámetros de persistencia del modelo:  $r_r$ ,  $r_g$ ,  $r_t$ ,  $r_a$ ,  $r_{e^*}$ , se trata de parámetros que según la teoría deberían estar entre 0 y 1. Por ello, empleamos una distribución beta, ya que tiene soporte en ese rango.

En términos generales, podemos afirmar que para los parámetros  $s$  y  $j$ , se podría tener cualquier valor positivo. Por ello en ambos casos, se utilizó como densidad a priori una distribución gamma, cuyo dominio está en el intervalo  $(0, \infty)$ . No obstante, la literatura económica sugiere que se usen priors, de tal manera que ambas elasticidades sean menores a 1, de manera que los resultados sean consistentes con la teoría

microeconómica. En ese sentido, siguiendo a Fragetta y Kirsanova (2010), le asignamos como media prior los siguientes valores:  $j = 2.0$  y  $s = 3$ . Para los prior de los parámetros referentes al grado de rigidez de precios de la economía  $q$  y el grado de indexación de éstos  $z$ , tomamos valores similares a los de Morán y Pérez (2013).

Por otro lado, para los parámetros referentes a la regla de Taylor del Banco de Guatemala, utilizamos valores similares a los usados recientemente por Castillo Maldonado (2012) y Morán y Pérez (2013), quienes formulan sus prior en base a estudios para la economía de Guatemala que hacen uso de diversas metodologías econométricas. Para las reglas de política fiscal no se cuenta con mucha información para la economía de Guatemala, razón por la cual se asignan valores similares a los usados por Fragetta y Kirsanova (2010) y Lubik y Schorfheide (2007).<sup>7</sup> Cabe señalar que la media prior que usamos tanto para  $t_y$  como para  $g_y$  está centrada alrededor de cero, para permitir que los datos nos brinden información, acerca del carácter de la política fiscal, es decir, si éstos son positivos, significaría que la política fiscal en Guatemala fue pro cíclica, y esto habría exacerbado los ciclos económicos; mientras que si resultan negativos, ello denotaría que la política fiscal fue contra cíclica.

**Tabla 2 Descripción de los parámetros del modelo**

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Densidad</b>
$s$	Inv.Elast.Intertemporal de susti. del consumo	Gamma
$j$	Inv.Elast. de oferta de trabajo	Gamma
$z$	Grado de indexación de precios	Beta
$q$	Grado de rigidez de precios	Beta
$r_r$	Grado de suaviza. de la tasa de interés	Beta
$r_y$	Coefficiente de regla de Taylor a la brecha	Gamma
$r_p$	Coefficiente de regla de Taylor a la inflación	Normal

<sup>7</sup> Castillo Maldonado (2012) solo considera un parámetro similar al de nuestra regla de gasto público, en la ecuación que describe en comportamiento del gasto fiscal en su modelo: el grado de persistencia del mismo.

$r_g$	Grado de suaviza. del gasto público	Beta
$g_y$	Coefficiente de regla de gasto a la brecha	Normal
$g_b$	Coefficiente de regla de gasto a la deuda	Normal
$r_t$	Grado de suaviza. de la tasa de impuestos	Beta
$t_y$	Coefficiente de Regla de impuestos a la brecha	Normal
$t_b$	Coefficiente de Regla de impuestos a la deuda	Normal
$s_a$	Desv.Est. del shock de productividad	Gamma Inv
$s_p$	Desv.Est. del shock de costos ( <i>mark up</i> )	Gamma Inv
$s_{c^*}$	Desv.Est. del shock de consumo mundial	Gamma Inv
$s_r$	Desv.Est. del shock de pol. monetaria	Gamma Inv
$s_g$	Desv.Est. del shock de gasto público	Gamma Inv
$s_t$	Desv.Est. del shock de impuestos	Gamma Inv
$r_a$	Coefficiente del proceso AR del shock de product.	Beta
$r_{c^*}$	Coefficiente del proceso AR del shock de cons. mundial	Beta

## Resultados de la Estimación Bayesiana

Los parámetros estimados se muestran a continuación. La estimación por medio del algoritmo Metropolis-Hastings se realizó mediante 200,000 simulaciones, número que de acuerdo a los diagnósticos univariados y multivariados realizados, es suficiente para garantizar la convergencia del mismo.

**Tabla 3 Estimación Bayesiana del Modelo**

Parámetro	Prior Media	Posterior Media	Intervalo de Confianza 90%		Densidad Prior	Posterior Desviación st
$q$	0.500	0.4978	0.3340	0.6656	Beta	0.100
$j$	2.000	2.4818	1.7468	3.2333	Normal	0.500
$s$	3.000	1.6841	1.5524	1.8219	Normal	0.750
$r_r$	0.700	0.7106	0.5323	0.8931	Beta	0.100
$r_p$	1.800	1.6175	1.3898	1.8617	Gamma	0.150
$r_y$	0.300	0.4124	0.3182	0.7597	Gamma	0.200
$r_g$	0.700	0.7441	0.5307	0.9465	Beta	0.150
$g_y$	0.000	0.0047	-0.080	0.080	Normal	0.050

$r_t$	0.500	0.5970	0.3786	0.8291	Beta	0.150
$t_y$	0.000	0.0048	-0.080	0.0724	Normal	0.050
$g_b$	-0.030	-0.0105	-0.0362	0.0160	Normal	0.020
$t_b$	0.030	0.0250	0.0113	0.0403	Normal	0.010
$V$	0.700	0.7136	0.5524	0.8668	Beta	0.100
$r_a$	0.800	0.8110	0.6842	0.9587	Beta	0.100
$r_{c^*}$	0.800	0.9033	0.8586	0.9470	Beta	0.100
$s_a$	1.000	0.2385	0.1691	0.3045	Inv.gamma	4.000
$s_{c^*}$	5.000	3.3108	1.7250	4.8000	Inv.gamma	4.000
$s_p$	0.600	0.2881	0.2163	0.3501	Inv.gamma	4.000
$s_r$	0.4000	0.1746	0.0968	0.2560	Inv.gamma	4.000
$s_g$	2.000	0.3199	0.2585	0.3697	Inv.gamma	4.000
$s_t$	1.000	0.1542	0.1227	0.1813	Inv.gamma	4.000

## LAS ESTIMACIONES

Los parámetros estimados muestran que el Banco Central ha reaccionado agresivamente ante desviaciones de la inflación, y moderadamente con respecto a la brecha producto, durante el periodo de estudio, tal como lo recomienda la literatura teórica de *Optimal Policy Mix*. Esto se demuestra dado que las estimaciones obtenidas a través de métodos bayesianos, nos proporcionan una estimación de  $r_p = 1.62$  y  $r_y = 0.41$ . Estos resultados tienen coincidencia con las estimaciones obtenidas por Morán y Pérez (2013). Asimismo, es importante señalar que los datos sí aportan información para la estimación de estos parámetros de la regla de política monetaria. Asimismo, al igual que Morán y Pérez (2013), encontramos que la tasa de interés de política monetaria tiene un alto grado de persistencia, dado que el parámetro  $r_r = 0.716$ . Es importante mencionar que el alto valor del grado de suavizamiento de la tasa de interés reduce la sensibilidad de la tasa de interés nominal tanto a la inflación como a la brecha producto contemporánea.

Por el lado de la política fiscal, las estimaciones muestran que existe un alto coeficiente de persistencia tanto en el gasto público como en el nivel de impuestos,  $r_g = 0.74$  y  $r_r = 0.71$ . El alto grado de inercia de la política fiscal conlleva a la disminución de la sensibilidad del gasto público y los impuestos con respecto a la brecha del producto y a la deuda. Las estimaciones reportadas en la tabla anterior, muestran que el gasto público reaccionó de manera inversa ante cambios en la deuda del gobierno,  $g_b = -0.0105$ . Esto implica que ante aumentos en el nivel de deuda, la autoridad fiscal tuvo que limitar, de alguna u otra manera, su gasto público, contrayéndolo. Asimismo, los resultados muestran que el gasto público en Guatemala se comporta en la misma dirección que la actividad económica ( $g_y = 0.0047$ ), lo cual nos lleva a concluir que el gasto público es ejecutado de manera pro-cíclica, lo cual trae grandes costos para lograr la estabilidad macroeconómica del país. Por el lado de la recaudación tributaria, ésta tiene un comportamiento pro-cíclico respecto al nivel del producto, ya que  $t_y = 0.0048$ . Era lógico esperar este resultado puesto que dicho resultado implica que ante aumentos en el PBI, la recaudación tributaria aumentará. Por último, la recaudación tributaria en Guatemala se movió en la misma dirección que el nivel de deuda de gobierno, puesto que  $t_b = 0.0250$ , lo cual implica que ante un incremento del nivel de deuda pública, se tuvo que incrementar la recaudación de impuestos, para no atentar contra la sostenibilidad de la deuda.

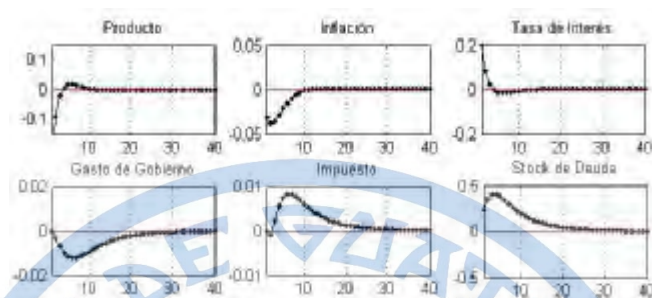
### **Impulso-Respuesta Bayesianos**

En esta sección se presentan los gráficos de impulso-respuesta de las simulaciones realizadas, utilizando como valor para los parámetros a los valores obtenidos mediante

la estimación bayesiana, explicadas en la sub sección anterior.. Estos gráficos describen la reacción de las variables del modelo antes choques exógenos.

### Shock de Política Monetaria

**Gráfico 1. Un choque a la tasa de interés de política monetaria**

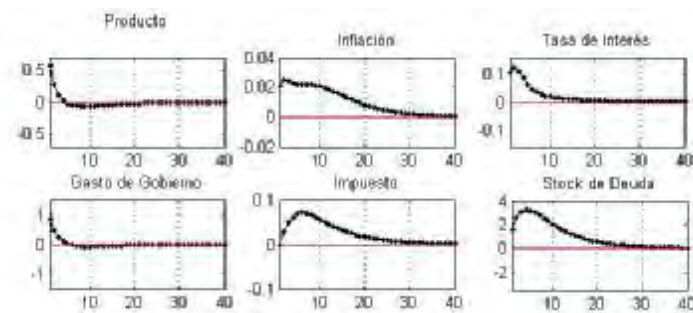


En el gráfico anterior, observamos los efectos provocados por un incremento temporal y no sistemático en la tasa de interés de política del Banco de Guatemala. Podemos observar que ante un choque positivo de política monetaria, se produce una reducción tanto de la actividad económica como de la inflación. Asimismo, este incremento de la tasa de interés aumenta el stock de deuda doméstica. Ante este escenario, y con la finalidad de estabilizar el nivel de deuda pública, el gobierno sigue una política contractiva, reduciendo el gasto público e incrementando la recaudación tributaria. Asimismo, un menor gasto de gobierno y una mayor tasa de impuestos, ayudan a estabilizar la inflación, a través de una reducción del costo marginal de las firmas.

### Shock de Gasto Público

**Gráfico 2. Un choque positivo de gasto público**





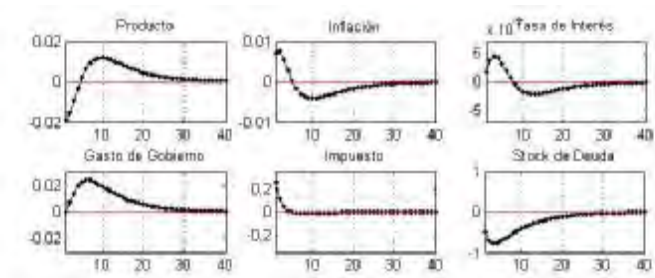
Un choque positivo de gasto público produce un incremento directo en el producto de la economía y en la inflación doméstica. Es decir, se cumplen los efectos *keynesianos* tradicionales<sup>8</sup>. No obstante, es importante considerar los efectos que tiene un incremento del gasto público, en las demás variables del modelo.

A pesar de que un aumento del gasto de gobierno podría generar una disminución en la inflación a través del costo marginal, este efecto es contrarrestado por las presiones inflacionarias que genera el aumento de la actividad económica. Cabe señalar que el aumento de la inflación tiene persistencia, pues su la inflación tarda en regresar a su nivel de estado estacionario. Como consecuencia del aumento del producto y el aumento de la inflación, la autoridad monetaria se ve en la necesidad de aumentar la tasa de interés de corto plazo. Asimismo, el aumento de la tasa de interés como consecuencia de un aumento del gasto público, eleva el nivel de la deuda doméstica, la cual debe ser estabilizada por el gobierno mediante el incremento de la recaudación tributaria. En resumen, un aumento del gasto de gobierno viene acompañado de una política monetaria contractiva, y a su vez por un incremento de impuestos. Como balance total de todos estos efectos, la literatura de “*Optimal Policy Mix*” sugiere que las familias no experimentan una mejora en su bienestar considerable.

### **Shock de Impuestos**

<sup>8</sup> Este resultado coincide con lo encontrado por Blanchard y Perotti (2002).

**Gráfico 3. Un choque positivo en la recaudación tributaria**

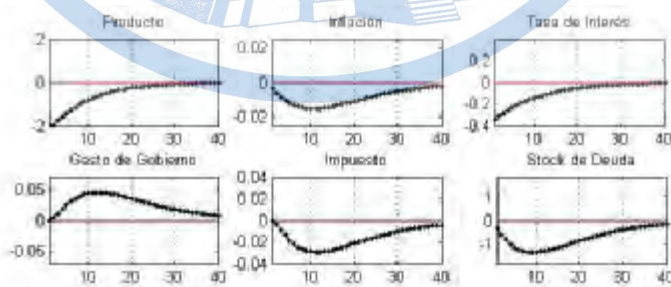


El efecto de un choque positivo en los impuestos es contractivo e inflacionario. La inflación aumenta debido al aumento en el costo marginal que enfrentan las firmas productoras. Ante la subida de la tasa de inflación, la autoridad monetaria se ve obligada a aumentar su tasa de interés de corto plazo.

Por otro lado, el aumento de la recaudación tributaria genera una disminución en la deuda de gobierno, como se puede apreciar en el gráfico anterior, este efecto es mayor que el efecto del incremento de la tasa de interés en el nivel actual de deuda de gobierno.

**Shock de Demanda Externa (consumo mundial)**

**Gráfico 4. Un choque de demanda externa**

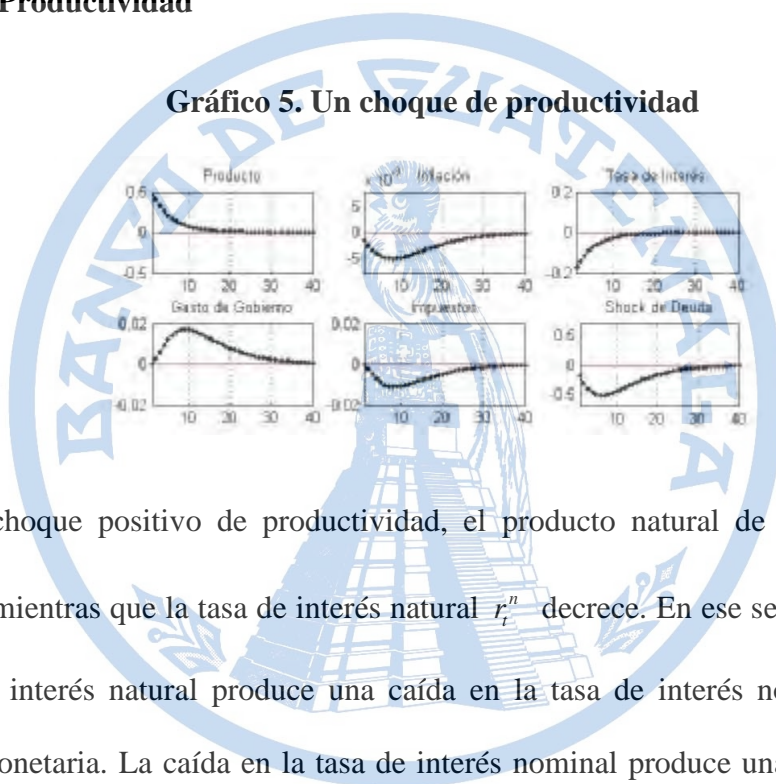


Un shock de demanda mundial produce tanto una caída en el producto potencial  $y_t^n$  , como en la tasa de interés natural  $r_t^n$  . La caída en la tasa de interés natural genera, en consecuencia, una reducción en la tasa de interés nominal de la economía. Debido a dicha reducción de la tasa de interés nominal, el stock de deuda que mantiene el

gobierno se reduce, lo cual le da la posibilidad al gobierno de realizar una política fiscal expansiva, aumentando el gasto público y reduciendo los impuestos. Como resultado de esta política fiscal expansionista, el costo marginal de las firmas se ve afectado y, en consecuencia, también el nivel de la inflación. Debido a que existen presiones deflacionarias, la autoridad de política monetaria mantiene su tasa de interés en un nivel bajo.

### Shock de Productividad

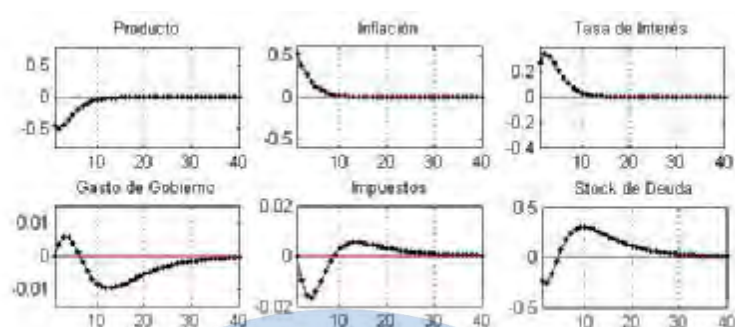
**Gráfico 5. Un choque de productividad**



Ante un choque positivo de productividad, el producto natural de la economía  $y_t^n$  aumenta, mientras que la tasa de interés natural  $r_t^n$  decrece. En ese sentido, la caída en la tasa de interés natural produce una caída en la tasa de interés nominal o tasa de política monetaria. La caída en la tasa de interés nominal produce una reducción en la tasa de interés real, lo cual estimula la actividad económica, tal como se puede apreciar en el Gráfico (6), puesto que el producto aumenta. Al mismo tiempo, se produce una contracción del stock de deuda doméstica, debido a la reducción de la tasa de interés. La contracción de la deuda motiva al gobierno a realizar una política fiscal expansiva, aumentando el gasto público, y una eventual caída en la tasa de impuestos, lo cual genera a su vez una reducción en el costo marginal de las firmas domésticas, generando así una reducción en la inflación.

## Shock de Costos (mark-up)

**Gráfico 6. Un choque positivo de costos de producción**



Un choque positivo en los costos de producción de las firmas (*'cost push shock'*), tiene un impacto directo en la inflación, ocasionando que ésta aumente. Ante el aumento de la inflación, la autoridad monetaria decidirá aumentar su tasa de interés de política monetaria para atenuar el efecto de la subida de precios. A pesar de que la tasa de interés nominal ha aumentado, el stock de deuda de gobierno disminuye, pues el incremento –inicial- de la inflación, hace que ésta se reduzca en los primeros 5 trimestres.

Con la finalidad de estabilizar la brecha producto y el stock de deuda de gobierno, la autoridad fiscal decide realizar una política fiscal expansiva, aumentando el gasto público y reduciendo los impuestos. Sin embargo, estas respuestas no son estadísticamente significativas.

## Conclusiones

El presente trabajo tiene como objetivos estudiar la interacción entre la política monetaria y fiscal en la estabilización de los ciclos económicos, controlando la brecha producto, la inflación y el nivel de deuda del gobierno, en la economía guatemalteca. En

ese sentido, este trabajo busca estimar los parámetros de reacción de una regla de política monetaria- a la Taylor-, y dos reglas de política fiscal estilizadas, las cuales responden a los desvíos de la brecha producto y al desvío de la deuda pública respecto de su nivel de largo plazo.

Dadas las estimaciones realizadas, podemos concluir que fue la autoridad monetaria de Guatemala la que tuvo un rol activo en la estabilización de la inflación, y la estimación del parámetro de preferencia por los desvíos de la inflación de  $r_p = 1.62$ , coherente con el principio de Taylor que establece que dicho parámetro debe ser positivo y mayor a 1. Asimismo, se concluye que el Banco de Guatemala ha intervenido en la estabilización del producto, pero en forma muy leve, pues la estimación realizada proporciona un valor de  $r_y = 0.41$ , nivel que es consistente con las recomendaciones de la literatura teórica. En ambos casos, es posible afinar los coeficientes de reacción, calculando las políticas óptimas con modelos DSGE más elaborados.

Por otro lado, las estimaciones reportadas muestran que el gasto público reaccionó de manera inversa ante cambios en la deuda del gobierno,  $g_b = -0.0105$ . Esto implica que ante aumentos en el nivel de deuda, la autoridad fiscal tuvo que limitar, de alguna u otra manera, el nivel del gasto público, contrayéndolo. Asimismo, las estimaciones muestran que el gasto público en Guatemala se comporta en la misma dirección que la actividad económica ( $g_y = 0.0047$ ), con lo cual se puede concluir que el gasto público es ejecutado de manera pro-cíclica, lo genera mayor volatilidad en los ciclos económicos. Por el lado de la recaudación tributaria, ésta tiene un comportamiento pro-cíclico respecto al nivel del producto, ya que  $t_y = 0.0048$ . Es comportamiento es lógico puesto que ello implica que ante aumentos en el PBI, la recaudación tributaria aumentará. Por

último, la recaudación tributaria en Guatemala se movió en la misma dirección que el nivel de deuda de gobierno, puesto que  $t_b = 0.0250$ , lo cual implica que ante un incremento del nivel de deuda pública, se tuvo que incrementar la recaudación de impuestos, para no atentar contra la sostenibilidad de la deuda.

Por último, cabe señalar que en el presente estudio no se incorporan rigideces en los salarios que bien podrían sugerir un mayor rol para la autoridad fiscal en la estabilización de los ciclos, pero por medio de la política impositiva, como por ejemplo una política de impuestos a los ingresos pro-cíclica. Asimismo, se podría incluir en futuros trabajos una proporción de agentes con restricciones financieras, para asignarle un mayor rol a los efectos de la política fiscal en el producto.

## Referencias Bibliográficas

1. An, S. y Schorfheide, F. (2007). Bayesian Analysis of DSGE Models. *Econometric Reviews*, 26(2), 113-172.
2. Baxter, M. y King, R. G. (1993), "Fiscal policy in general equilibrium", *American Economic Review* 83 (3), 315-34.
3. Benigno, P. and M. Woodford (2003), "Optimal Monetary and Fiscal Policy: a Linear-Quadratic Approach", mimeo.
4. Benigno P. y Woodford, M. (2004). "Optimal monetary and fiscal policy: a linear quadratic approach", In: NBER Macroeconomics annual 2003, 271-233.
5. Bennett, H. y Loayza, N. (2000), "Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives", Working Papers Central Bank of Chile 66, Central Bank of Chile.
6. Bi, H. (2011), "Sovereign Risk Premia, Fiscal Limits and Fiscal Policy", Working Paper Bank of Canada 2011-10, March, Ottawa.
7. BIS (2012), "Fiscal policy, public debt and monetary policy in emerging market economies", number 67 in .BIS Papers., Bank for International Settlements.

8. Blanchard, O. y Perotti, R. (2002): An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output.
9. Branch, W. A., Davig, T. y McGough, B. (2008), “Monetary-Fiscal policy interactions under implementable monetary policy rules”, *Journal of Money, Credit and Banking* 40 (5), 1095- 1102.
10. Buti, M., Roeger W. and in.t Veld (2001), “Stabilizing Output and Inflation in EMU: Policy Conflicts and Cooperation under the Stability Pact”, *Journal of Common Market Studies*.
11. Calvo, G. A. (1983). Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*.
12. Canzoneri, M., Cumby, R. y Diba, B. (2010), “The interaction between monetary and fiscal policy”, in B. M. Friedman y M. Woodford, eds, *Handbook of Monetary Economics*, Vol. 3 of *Handbook of Monetary Economics*, Elsevier, chapter 17, pp. 935-999.
13. Castillo Maldonado, C (2012). Un Modelo Macroeconómico para Guatemala estimado por métodos Bayesianos. Serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala, Documento de Trabajo No. 124
14. Castillo, P. y Montoro, C. y Tuesta, V. (2006). “An Estimated Stochastic General Equilibrium Model with Partial Dollarization: A Bayesian Approach”, Working Papers Central Bank of Chile 381, Central Bank of Chile.
15. Cerdá, R. y Gonzalez, H. y Lagos, L. (2006). “Is fiscal policy effective? Evidence for an emerging economy: Chile 1833-2000”, *Applied Economics Letters*, Taylor and Francis Journals, vol. 13(9), pages 575-580.
16. Christiano y Eichenbaum, M. y Evans, C. (1994). “The effects of monetary policy shocks: evidence from the Flow of Funds”, Working Paper Series, Macroeconomic Issues 94-2, Federal Reserve Bank of Chicago.
17. Christiano, L. J. y Fitzgerald, T. J. (2000), “Understanding the fiscal theory of the price level”, *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Cleveland, issue Q II, pages 2-38.
18. Chung, H., Davig, T.y Leeper, E. (2004), “Monetary and fiscal policy switching”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Blackwell Publishing, vol. 39(4), pages 809-842, 06.

19. Cochrane, J. H. (2001), "Long-term debt and optimal policy in the fiscal theory of the price level", *Econometrica* 69 (1), 69-116.
20. Corsetti, Giancarlo and Paolo Pesenti (2001), "Welfare and Macroeconomics Interdependence," *Quarterly Journal of Economics*, 116, issue 2, 421-446.
21. Davig, T. y Leeper, E. M. (2009), "Monetary- fiscal policy interactions and fiscal stimulus", NBER Working Papers 15133, National Bureau of Economic Research, Inc.
22. Davig, T., Leeper, E. M. y Walker, T. B. (2010a), "Inflation and the fiscal limit", *European Economic Review*, 55(1), 31-47
23. Davig, T., Leeper, E. M. y Walker, T. B. (2010b), "Unfunded liabilities and uncertain fiscal financing", *Journal of Monetary Economics*, 57(5), 600-619.
24. De Jong, Ingram, B; Whiteman, C. (2000) "A Bayesian approach to dynamic macroeconomics," *Journal of Econometrics* 98: 203-223.
25. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2005). "Monetary policy analysis with potentially misspecified models", Working Papers 06-4, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
26. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2004). "A DSGE-VAR for the Euro Area" *Computing in Economics and Finance* 2004- 79, Society for Computational Economics.
27. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2008). "Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities)", *Staff Reports* 320, Federal Reserve Bank of New York.
28. Dixit, A. y Lambertini, L. (2003), "Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies", *American Economic Review* 93 (5), 1522-1542.
29. Dixit, A.K. and J.E. Stiglitz (1977): "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, 67(3).
30. Estévez, G., Sáez, F. (2011) Estimation of general equilibrium model in dynamic economies using Markov Chain Monte Carlo Methods. Banco Central de Venezuela, Serie Documentos de Trabajo [No. 129]
31. Fasolo, Angelo M. (2010). "Optimal Monetary and Fiscal Policy for Small Open and Emerging Economies". Ph.D. Dissertation, Duke University.
32. Favero, C. A. (2004), "Comments on "fiscal and monetary policy interactions: Empirical evidence on optimal policy using a structural new-keynesian model", *Journal of Macroeconomics* 26 (2), 281-285.



33. Fernández-Villaverde, J.; Rubio-Ramírez, J.F. (2004) “Comparing dynamic equilibrium models to data: a Bayesian approach”, *Journal of Econometrics* 123(1): 153-187.
34. Fernández-Villaverde, J.; Rubio-Ramírez, J. (2006) “Solving DSGE models with perturbation methods and a change of variables”, *Journal of Economic Dynamics and Control* 30(12): 2559-2531.
35. Fragetta, M. y Kirsanova, T. (2010). “Strategic Monetary and Fiscal Policy Interactions: An Empirical Investigation”. *European Economic Review*, Elsevier, vol. 54(7), pages 855-879, October.
36. Friedman, Milton. (1948). “A monetary and fiscal framework for economic stability”, *American Economic Review* 38(2), 245-264.
37. Galí, J. y Gertler, M. (1999). *Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis*. *Journal of Monetary Economics*, 44(2), 195-222.
38. Galí, J. y Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies*, 72(3), 707-734.
39. Galí, J. y Monacelli, T. (2008). “Optimal monetary and fiscal policy in a currency union”. *Journal of International Economics*, 76, 116-132.
40. Galí, J. y Perotti, R. (2003). “Fiscal Policy and Monetary Integration in Europe”, *Economic Policy*, 18(37), 533-572.
41. Ganelli, Giovanni (2002), “Home Bias in Government Spending and Quasi-Neutrality of Fiscal Shocks,” working paper.
42. Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
43. Hastings, W. (1970) .Monte Carlo sampling methods using Markov Chains and their applications, *Biometrika* 57(1): 97.109.
44. Kirsanova, T., Leith, C. y Wren-Lewis, S. (2009), “Monetary and fiscal policy interaction: The current consensus assignment in the light of recent developments”, *Economic Journal* 119 (541), F482-F496.
45. Kirsanova, T., Stehn, S. J. y Vines, D. (2005), “The interactions between fiscal policy and monetary policy”, *Oxford Review of Economic Policy* 21 (4), 532-564.
46. Leeper, E. M. (1991), “Equilibria under “active” and “passive” monetary and fiscal policies”, *Journal of Monetary Economics* 27 (1), 129-147.

47. Leeper, E. M. (2010), "Monetary science, fiscal alchemy", NBER Working Papers 16510, National Bureau of Economic Research, Inc.
48. Leeper, E. M. (2013), "Fiscal limits and monetary policy", Central Bank Review, Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey, vol. 13(2), pages 33-58.
49. Leeper, E. M., Traum, N. y Walker, T. B. (2011), "Clearing up the fiscal multiplier morass", NBER Working Paper No. 17444, September.
50. Leeper, E. M. y Walker, T. B. (2011), "Perceptions and misperceptions of fiscal inflation", mimeo. University of Indiana, June.
51. Loewy, M. (1988). Reganomics and Reputation Revisited, Economic Inquiry. Vol. XXVI (April): 253-263.
52. Lubik, T. A. y Schorfheide, F. (2005). A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics. In NBER Macroeconomics Annual 2005 (M. Gertler y K. Rogoff, Eds.). Vol. 20, MIT Press, pp.313-366.
53. Lubik, T. A. y Schorfheide, F. (2007). Do Central Banks Respond to Exchange Rate Movements? A Structural Investigation. Journal of Monetary Economics, 54(4), 1069-1087.
54. Lubik, T. A y Schorfheide, F. (2005). "A Bayesian Look at New Open Economy
55. Macroeconomics", Economics Working Paper Archive 521, The Johns Hopkins University, Department of Economics.
56. Lucas, R. Jr, (1976). "Econometric policy evaluation: A critique", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Elsevier, vol. 1(1), pages 19-46, January.
57. Lucas, R.E. y Stokey, N. (1983). "Optimal Fiscal and Monetary Policy in an economy without capital". Journal of Monetary Economics 12, 55-93
58. Keynes, J. (1936): Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero; versión en español del Fondo de Cultura Económica, México, 1970.
59. Kydland, F. y Prescott, E., (1982). "Time to Build and Aggregate Fluctuations", Econometrica, Econometric Society, vol. 50(6), pages 1345-70, November.
60. Kirsanova, T., y Fragetta, M. (2007). "Strategic Monetary and Fiscal Policy Interactions: An Empirical Investigation", Discussion Papers 0706, Exeter University, Department of Economics.
61. Koop, G. (2003). Bayesian Econometrics. Wiley, Chichester.

62. Mancini-Grifoli, T. (2007). *Dynare User Guide: An Introduction to the Solution and Estimation of DSGE Models*.
63. Mélitz, J., (2000). "Some Cross-Country Evidence about Fiscal Policy Behaviour and Consequences for EMU", mimeo.
64. Mendoza, W. (2007). "¿Puede una expansión fiscal ser contractiva? La efectividad de la política fiscal y la sostenibilidad de la deuda pública", Documentos de Trabajo 2007-255, Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú.
65. Mendoza, W y Melgarejo, K, (2008). "La efectividad de la política fiscal en el Perú: 1980-2006", Documentos de Trabajo 2008-262, Departamento de Economía - Pontificia Universidad Católica del Perú.
66. Montoro, C. y Moreno, E. (2008), "Reglas fiscales y la volatilidad del producto", *Revista Estudios Económicos* (15), 65-92.
67. Morán S, H, y Pérez M, F (2013). *Credibilidad de un Banco Central y acceso al mercado financiero en un modelo de Equilibrio General con remesas endógenas: Una estimación bayesiana para Guatemala*. Serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala, Documento de trabajo No. 129.
68. Muscatelli, A., P. Tirelli y C. Trecroci, (2001). "Monetary and Fiscal Policy Interactions over the Cycle: Some Empirical Evidence", Cambridge University Press, Cambridge, UK.
69. Muscatelli, A., P. Tirelli y C. Trecroci, (2003), "Fiscal and monetary policy interactions: Empirical evidence and optimal policy using a structural New- Keynesian model", *Journal of Macroeconomics*, Elsevier, vol. 26(2), pages 257-280, June.
70. Nordhaus, W. (1994). "Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies". *Brooking Papers on Economic Activity* 2: 139-215.
71. Obstfeld, Maurice and Kenneth Rogoff (1995), "Exchange Rate Dynamics Redux," *Journal of Political Economy*, 103, 3, 624-660.
72. Perotti, R. (2004). *Estimating the effects of fiscal policy in OECD countries*.
73. Pitterle, Ingo and Dirk Steffen (2004), "Spillover Effects os Fiscal Policy under Flexible Exchange Rates," working paper.
74. Quispe Misaico, Z. (2000), "Política monetaria en una economía con dolarización parcial: el caso del Perú", *Revista Estudios Económicos* (6).

75. Rabanal, P. y Rubio-Ramirez, J. F. (2005). Comparing New Keynesian Models of the Business Cycle: A Bayesian Approach. *Journal of Monetary Economics*, 52(6), 1151-1166.
76. Rossini, R., Quispe, Z. y Loyola, J. (2012), "Fiscal policy considerations in the design of monetary policy in Peru".
77. Sargent, T. J. y Wallace, N. (1981), "Some unpleasant monetarist arithmetic", *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 5 (3 Fall), 1-17.
78. Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2004), "Optimal Fiscal and Monetary Policy Under Sticky Prices", *Journal of Economic Theory*, 114(2), 198-230.
79. Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2007), "Optimal Simple And Implementable Monetary and Fiscal Rules, *Journal of Monetary Economics*", 54, September 2007, 1702-1725.
80. Schorfheide, Frank (2005): "Learning and Monetary Policy Shifts," *Computational Economics*, 20.
81. Schorfheide, Frank (2000): "Loss Function-Based Evaluation of DSGE Models," *Journal of Applied Econometrics*.
82. Schorfheide, F. (2011). "Estimation and Evaluation of DSGE Models: Progress and Challenges", NBER Working Papers 16781, National Bureau of Economic Research, Inc.
83. Sims, C. A. (2003), "Implications of rational inattention", *Journal of Monetary Economics* 50 (3), 665-690.
84. Smets, F.; Wouters, R. (2003a) Shocks and frictions in US business cycles: a Bayesian DSGE approach. Mimeo. European Central Bank, Frankfurt, 58 pages.
85. Smets, F. y Wouters, R. (2003b). "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area". *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1123-1175.
86. Smets, F. y Wouters, R. (2007). "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach.", *American Economic Review*, 97(3), 586-606
87. Taylor, J. B. (2000), "Reassessing Discretionary Fiscal Policy". *Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, vol. 14(3), pages 21- 36, Summer.
88. Von Hagen, J., Hughes Hallett, Strauch, R., (2001). "Budgetary Consolidation in EMU". *Economic Papers No. 148*. March 2001. European Commission. Brussels.

89. Woodford (1995). “The Fiscal Theory of the Price Level”.
90. Woodford M. (2003). “Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy”, Princeton University Press.
91. Wyplosz, C., (1999), “Economic Policy Coordination in EMU: Strategies and Institutions”. ZEI Policy Paper B11.

## Anexos

### Anexo A: Identidades del modelo

#### 1. Términos de intercambio bilaterales

$$S_{j,t} = \frac{P_{j,t}}{P_{H,t}} \quad (1a)$$

Donde  $S_{j,t}$  representa los términos de intercambio entre el país “j” y la economía doméstica “H”. Es decir,  $S_{j,t}$  es el precio de los bienes del país “j” en términos de bienes domésticos.

#### 2. Términos de intercambio multilaterales

$$S_t = \left( \int_0^1 S_{j,t}^{1-g} dj \right)^{\frac{1}{1-g}} \quad (2a)$$

Análogamente, podemos representar los términos de intercambio por la siguiente ecuación:

$$S_t \equiv \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} \quad (3a)$$

La ecuación anterior en términos log-lineales se expresa como:

$$s_t = p_{F,t} - p_{H,t} \quad (4a)$$

$$p_{F,t} = s_t + p_{H,t}$$

De la definición del índice de precios al consumidor (IPC):

$$P_t \equiv \left[ (1-a) P_{H,t}^{1-h} + (a) P_{F,t}^{1-h} \right]^{\frac{1}{1-h}}$$

La ecuación anterior en términos log-lineales:

$$p_t \equiv (1-a) p_{H,t} + a p_{F,t}$$

Reemplazando  $p_{F,t}$  en la ecuación anterior:

$$p_t = (1-a) p_{H,t} + a(s_t + p_{H,t})$$

Simplificando términos, tenemos:

$$p_t = p_{H,t} + a s_t$$

Por otro lado, sabemos que a inflación agregada (IPC) se expresa en términos log-lineales como:

$$p_t = p_t - p_{t-1}$$

Análogamente, la inflación doméstica  $p_{H,t}$  puede expresarse como:

$$p_{H,t} \equiv p_{H,t} - p_{H,t-1}$$

$$p_t = (p_{H,t} + a s_t) - (p_{H,t-1} + a s_{t-1})$$

$$p_t = p_{H,t} + a(s_t - s_{t-1})$$

Se tiene que la relación entre la inflación doméstica ( $p_{H,t}$ ) y la inflación IPC ( $p_t$ ) es proporcional a la variación de los términos de intercambio, con un coeficiente de proporcionalidad dado por el parámetro de apertura comercial de la economía  $a$ .

$$p_t = p_{H,t} + a s_t$$

### 3. Tipo de Cambio Nominal

Sea  $e^{jt}$  el tipo de cambio nominal bilateral, es decir  $e^{jt}$  representa el precio de la moneda del país  $j$ -ésimo en términos de la moneda nacional.

Sea  $P_{jit}^j$

Precio del bien  $i$  proveniente del país  $j$  en términos de la moneda del país  $j$

### 4. Ley de un solo Precio (se cumple $\forall t$ )

Asumimos que se cumple la ley de un solo precio, para todo bien  $i \in [0,1]$  en cada país  $j \in [0,1]$  y en todo momento del tiempo  $t$ .

$$P_{jit} = e_{jt} P_{jit}^j \quad (10a)$$

Precio del bien  $i$  proveniente del país  $j$  en moneda doméstica. Además, se cumple que:

$$P_{j,t} = \left[ \int_0^1 [e_{jt} P_{jit}^j(i)]^{1-e} di \right]^{\frac{1}{1-e}}$$

Entonces:  $P_{jit} = e_{jt} P_{jit}^j \quad (11a)$

Asimismo, de la definición del precio de bienes extranjeros:

$$P_{F,t} = \left[ \int_0^1 P_{j,t}^{1-g} dj \right]^{\frac{1}{1-g}}$$

$$P_{F,t} = \left[ \int_0^1 (e_{jt} P_{jt}^j)^{1-g} dj \right]^{\frac{1}{1-g}}$$

La forma log-lineal de la ecuación anterior está dada por:

$$p_{F,t} = e_t + p^* \quad (12a)$$

Reemplazamos (12a) en (4a). La log-linearización de la condición de la ley de un solo precio alrededor del estado estacionario nos da la siguiente expresión para el tipo de cambio nominal  $e_t$

$$s_t = e_t + p^* - p_{H,t} \quad (13a)$$

### 5. Tipo de Cambio Real Bilateral

$$Q_{j,t} \equiv \frac{e_{j,t} P_{jt}^j}{P_t} \quad (13.1a)$$

La variable  $Q_{j,t}$  es el tipo de cambio real bilateral entre el país “j” y el país doméstico

(H). Por otro lado,  $P_t$  y  $P_{jt}^j$  es el IPC del país “H” y del país “j”, respectivamente.

Log –lineal:  $q_{j,t} = e_{jt} + p_{jt}^j - p_t \quad (14a)$

### 6. Tipo de Cambio Real Multilateral (log – lineal)

$$q_t \equiv \int_0^1 q_{jt} dj = \int_0^1 (e_{jt} + p_{jt}^j - p_t) dj \quad (15a)$$



$$q_t = e_t + p^* - p_t \quad (16a)$$

usando (13a) en (16a)

$$q_t = s_t + p_{H,t} - p_t \quad (17a)$$

reemplazamos (7a) en (17a)

$$q_t = (1-a)s_t \quad (18a)$$

### Reparto de riesgos (risk sharing) internacional

Dado que las familias son idénticas entre los diferentes países, el factor de descuento estocástico será el mismo para el país doméstico “H” como para el país extranjero “j”.

De la Ecuación de Euler

$$C_t^{-s} = b E_t \left\{ Q_t^{-1} (C_{t+1})^{-s} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}$$

$$1 = b E_t \left\{ Q_t^{-1} \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-s} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\} \quad (19a)$$

La ecuación de Euler para el país j-esimo ( $\forall j$ )

$$1 = b E_t \left\{ Q_t^{-1} \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-s} \frac{e_{jt} P_{jt}^j}{e_{jt+1} P_{jt+1}^j} \right\} \quad (20a)$$

Reemplazando la ecuación (19) en la ecuación (20), obtenemos:

$$C_t = E_t \left\{ \frac{C_{t+1}}{C_{t+1}^j Q_{jt+1}^{1/s}} \right\} C_t^j Q_t^s$$

$$C_t = u_j C_t^j Q_{jt}^{1/s} \quad (21a)$$

Donde  $u_j$  es una constante que generalmente dependerá de las condiciones iniciales con respecto a la posición de activos netos iniciales del país “j”. De aquí en adelante, y sin pérdida de generalidad, se asume condiciones iniciales simétricas, es decir, tenencia de activos foráneos netos igual a cero. De ello, se desprende que  $u_j = u = 1$  para todos los países  $j \in (0,1)$ . La representación de la ecuación (21a) en su forma log-lineal viene dada por:

$$c_t = c_t^j + \frac{1}{s} q_{jt} \quad (22a)$$

Pero, sabemos que el consumo mundial  $c_t^*$ :

$$c_t^* = \int_0^1 c_t^j dj$$

Integrando la ecuación (22a) con respecto a “j”, y reemplazando en la ecuación (22a):

$$c_t = c_t^* + \frac{1}{s} q_t \quad (23a)$$

Reemplazamos la ecuación (18a) en la expresión anterior (23a):

**Relación entre consumo doméstico, consumo mundial y términos de intercambio:**

$$c_t = c_t^* + \frac{1}{s} (1-a) s_t \quad (24a)$$

La ecuación anterior refleja el impacto que tienen los términos de intercambio y el consumo mundial en el consumo doméstico.

## 7. Paridad descubierta de tasa de interés (UIP)

Para derivar una expresión para la UIP, asumimos ahora que las familias domésticas pueden invertir tanto en activos domésticos como foráneos, es decir,  $B_t$  y  $B_t^*$  respectivamente. En este caso, la restricción presupuestaria de las familias se escribe como:

$$P_t C_t + Q_t B_{t+1} + Q_t^* e_{t+1} B_{t+1}^* = B_t + e_t B_t^* + W_t N_t + T_t$$

Derivando con respecto a cada uno de estos activos, obtenemos las siguientes condiciones de primer orden:

$$(\partial B_t) \quad 1 = b E_t \left\{ Q_t^{-1} \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-s} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\} \quad (25a)$$

$$(\partial B_t^*) \quad 1 = b E_t \left\{ Q_t^{*-1} \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-s} \frac{e_{t+1} P_t}{e_t P_{t+1}} \right\} \quad (26a)$$

Dividiendo (25a) entre (26a) y simplificando algunos términos, obtenemos:

$$\frac{Q_t^*}{Q_t} = E_t \left( \frac{e_{t+1}}{e_t} \right) \quad (27a)$$

Expresamos la ecuación anterior, en términos log lineales:

$$-r_t^* + r_t = E_t \{ e_{t+1} - e_t \} = E_t (\Delta e_t)$$

Despejando convenientemente la ecuación, obtenemos la Paridad de tasas de interés no cubierta (log-lineal)

$$r_t = r_t^* + E_t (\Delta e_t) \quad (28a)$$

La ecuación anterior nos dice que el diferencial entre la tasa de interés doméstica y la internacional es simplemente la expectativa de devaluación.

Por otro lado, de la ecuación (13a), tenemos que:

$$E_t(s_{t+1}) - s_t = E_t(e_{t+1}) - e_t + E_t(r_{t+1}^*) + r^* - E(P_{H,t}) + r_{H,t}$$

$$E_t(s_{t+1}) - s_t = E_t(\Delta e_{t+1}) + E_t(p_{t+1}^*) - E(p_{H,t+1})$$

Despejando  $s_t$

$$s_t = -E_t(\Delta e_{t+1}) - E_t(p_{t+1}^*) + E(p_{H,t+1}) + E_t(s_{t+1})$$

Reemplazando la ecuación (28) en la expresión anterior, obtenemos la siguiente ecuación en diferencia estocástica:

$$s_t = (r_t^* - E_t p_{t+1}^*) - (r_t - E_t p_{H,t+1}) + E_t(s_{t+1}) \quad (29a)$$

Iterando (29a)<sup>9</sup> para el siguiente periodo y reemplazando en 29

$$s_t = E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left[ (r_{t+k}^* - p_{t+k}^*) - (r_{t+k} - p_{H,t+k}) \right] \right\} \quad (30a)$$

En la expresión anterior, podemos ver que los términos de intercambio  $s_t$  son una función del diferencial, presente y futuro, de las tasas de interés reales.

## Anexo B: Derivación de la IS neokeynesiana

### Equilibrio en el mercado de Bienes

<sup>9</sup> Además, asumiendo que  $\lim_{T \rightarrow \infty} E_t \{s_T\} = 0$

$$Y_t(i) = C_{H,t}(i) + \int_0^1 C_{H,t}^j(i) dj + G_t(i) \quad (31a)$$

Donde  $Y_t(i)$  representa la suma de todos los bienes-privados y públicos- producidos domésticamente.  $C_{H,t}(i)$  representa los bienes producidos domésticamente que son consumidos por las familias de la economía nacional.  $C_{H,t}^j(i)$  representa los bienes producidos domésticamente que se exportan a los  $j$  países del resto del mundo. Por último,  $G_t(i)$  representa los bienes públicos producidos domésticamente que son comprados por el gobierno y son consumidos por las familias nacionales.

Sabemos que:

$$G_t(i) = k_t Y_t(i) \quad (31.1a)$$

Del problema intratemporal de las familias, derivamos que la demanda óptima de bienes producidos domésticamente es:

$$C_{H,t}(i) = \left( \frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-e} C_{H,t} \quad (32a)$$

$$C_{H,t} = (1-a) \left( \frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-h} C_t \quad (33a)$$

Asimismo:

$$C_{H,t}^j(i) = \left( \frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-e} C_{H,t}^j \quad (34a)$$

$$C_{H,t}^j = \left( \frac{P_{H,t}}{e_{jt} P_{Ft}^j} \right)^{-g} C_{Ft}^j \quad (35a)$$

$$C_{F,t}^j = a \left( \frac{P_{F,t}^j}{P_t^j} \right)^{-h} C_t^j \quad (36a)$$

Reemplazamos la ecuación (33a) en (32a)

$$C_{H,t}(i) = (1-a) \left( \frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-e} \left( \frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-h} C_t \quad (37a)$$

luego reemplazamos (36a) en (35a) y luego esto en (34a)

$$C_{H,t}^j(i) = \left( \frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-e} \left( \frac{P_{H,t}}{e_{jt} P_{F,t}^j} \right)^{-g} a \left( \frac{P_{F,t}^j}{P_t^j} \right) C_t^j \quad (38a)$$

Luego reemplazamos (37a) y (38a) en la ecuación (31a), además aplicando (31.1a), obtenemos una expresión modificada para la condición de equilibrio en el mercado de bienes.

$$Y_t(i) = \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-e} \left[ (1-a) \left( \frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-h} C_t + a \int_0^1 \left( \frac{P_{H,t}}{e_{jt} P_{F,t}^j} \right)^{-g} \left( \frac{P_{F,t}^j}{P_t^j} \right) C_t^j dj \right] \quad (39a)$$

Asimismo, sabemos que por definición, se cumple que:

$$Y_t \equiv \left( \int_0^1 Y_t(i) \frac{e^{-1}}{e} di \right)^{\frac{e}{e-1}} \quad (40a)$$

Reemplazamos la ecuación (39a) en (40a):

$$Y_t = \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t}} \right)^{-h} \left[ (1-a) C_t + a \int_0^1 \left( \frac{e_{jt} P_{F,t}^j}{P_{H,t}} \right)^{g-h} Q_{jt}^h C_t^j dj \right] \quad (41a)$$

Análogamente, tenemos que por definición:

$$S_t^j = \frac{e_{jt} P_{F,t}^j}{P_{jt}} \quad (42a)$$

$$C_t^j = C_t Q_{jt}^{\frac{1}{s}} \quad (42.1a)$$

Reemplazamos (21a) en (41a)

$$Y_t = \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t}} \right)^{-h} (1-a) + C_t \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t}} \right)^{-h} a \int_0^1 (S_t^j S_{jt})^{g-h} Q_{jt}^{h-\frac{1}{s}} dj \quad (43a)$$

Siguiendo a Galí y Monacelli (2005), asumimos que  $h = 1$

$$P_t = P_{H,t}^{1-a} P_{F,t}^a \quad (44a)$$

luego reemplazamos la ecuación (44a) en (43a)

$$Y_t = C_t \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t}^{1-a} P_{F,t}^a} \right)^{-h} (1-a) + C_t \frac{1}{1-k_t} \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t}^{1-a} P_{F,t}^a} \right)^{-h} a \int_0^1 (S_t^j S_{jt})^{g-h} Q_{jt}^{h-\frac{1}{s}} dj \quad (45a)$$

$$Y_t = \frac{1}{1-k_t} C_t S_t^{ha} (1-a) + \frac{1}{1-k_t} C_t S_t^{ha} a \int_0^1 (S_t^j S_{jt})^{g-h} Q_{jt}^{h-\frac{1}{s}} dj \quad (46a)$$

Log-linealizado respecto al estado estacionario, donde además se debe cumplir que:

$$\bar{Y} = \bar{C} \bar{S}^{ha} \quad (47a)$$

Asimismo:

$$\int_0^1 s_t^j dj \equiv 0$$

Obtenemos la siguiente expresión para el producto, en su forma log lineal:

$$y_t = c_t + ags_t + \left(h - \frac{1}{s}\right)q_t + g_t \quad (48a)$$

Reemplazando la ecuación (18a) en (48a), tenemos:

$$y_t = c_t + \frac{aw}{s}s_t + g_t \quad (49a)$$

donde el parámetro  $w = gs + (hs - 1)(1 - a)$

Además, se debe cumplir que  $w > 0$

La ecuación (49a) debe cumplirse, análogamente, para todos los países j:

$$y_t^j = c_t^j + \frac{aw}{s}s_t^j + g_t^j \quad (50a)$$

Agregando todos los países j, obtenemos:

$$y_t^* = c_t^* + g_t^* \quad (51a)$$

Reemplazando la ecuación (24a) en (49a)

$$y_t = c_t^* + \frac{(1-a)}{s}s_t + \frac{aw}{s}s_t + g_t \quad (52a)$$

despejamos  $c_t^*$  de la ecuación (51a) y reemplazándola en (52a)

$$y_t = y_t^* - g_t^* + \frac{1}{s_a}s_t + g_t \quad (53a)$$

donde  $s_a = s(1 - a + aw)$



Por último, reemplazamos la ecuación (49a) en la ecuación de Euler en su forma log lineal, y obtenemos una expresión para la curva IS neokeynesiana o forward looking, la cual depende también de la variación porcentual de los términos de intercambio.

$$y_t = E_t(y_{t+1}) - \frac{aw}{s} E_t \Delta s_{t+1} - E_t \Delta g_{t+1} - \frac{1}{s} (i_t - E_t p_{H,t+1} - r) \quad (54a)$$

Iteramos la ecuación (9a) un periodo adelante y reemplazando en la ecuación (54a)

$$y_t = E_t(y_{t+1}) - \frac{a\Theta}{s} E_t \Delta s_{t+1} - E_t \Delta g_{t+1} - \frac{1}{s} (i_t - E_t p_{H,t+1} - r) \quad (55a)$$

donde  $\Theta = w - 1$

despejando  $s_t$  de (53a) hallamos  $\Delta s_{t+1} = s_{t+1} - s_t$  y reemplazamos en (55a)

$$y_t = E_t y_{t+1} - \frac{1}{s_a} (i_t - E_t p_{H,t+1}) + a\Theta E_t \Delta y_{t+1}^* + a\Theta E_t \Delta g_{t+1}^* - E_t \Delta g_{t+1}$$

La expresión anterior es una forma alternativa de representar la curva IS neokeynesiana, para hacer que ésta ya no dependa de los términos de intercambio, sino que ahora depende de la variación en la producción del resto del mundo  $y_t^*$ . Esta forma alternativa de representar la IS es de gran ayuda, pues asumimos que el producto mundial sigue un proceso auto-regresivo de orden (1). Luego, usando (51a) obtenemos finalmente, la expresión de la IS dinámica que usamos para la estimación del modelo:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \frac{1}{s_a} (i_t - E_t p_{H,t+1}) + a\Theta (r_{c^*} - 1) c_t^* - E_t \Delta g_{t+1} \quad 61$$

## **Anexo C: Comparación de las densidades posteriores y a priori**

Los gráficos que se presentan a continuación son los resultados de las estimaciones realizadas utilizando técnicas bayesianas. La línea vertical representa la moda de la densidad posterior calculada numéricamente. La densidad posterior está representada por las líneas más oscuras, mientras que las densidades a priori están representadas por las líneas más claras.

La teoría estadística sugiere que no es recomendable que la densidad posterior sea demasiado diferente a la distribución a priori utilizado, pues esto reflejaría que el investigador tenía escasos conocimientos acerca de dicho parámetro. No obstante, la literatura tampoco recomienda que la densidad posterior sea muy parecida a la densidad a priori, ya que esto significaría que los datos no están aportando a la estimación, puesto que se está imponiendo la distribución a priori. Lo ideal es que los datos ayuden a mejorar las estimaciones obtenidas. En ese sentido, cabe señalar que si se cuentan con pocos datos, es probable que éstos, aporten poco.

En los gráficos obtenidos, se puede apreciar que para algunos parámetros, tales como  $x$  y  $q$ , los datos no han aportado información adicional a la proporcionada a través de la distribución a priori.

Por otro lado, para parámetros tales como los de la Regla de Taylor la moda de la distribución posterior está alejada de la moda de la distribución a priori, y además la varianza es menor, lo cual se refleja en que las líneas oscuras son más altas y estrechas. Para dichos parámetros, podemos afirmar que los datos han aportado información relevante, mejorando la densidad a priori.

**Gráfico 7 Comparación entre distribuciones a priori y posteriores**

