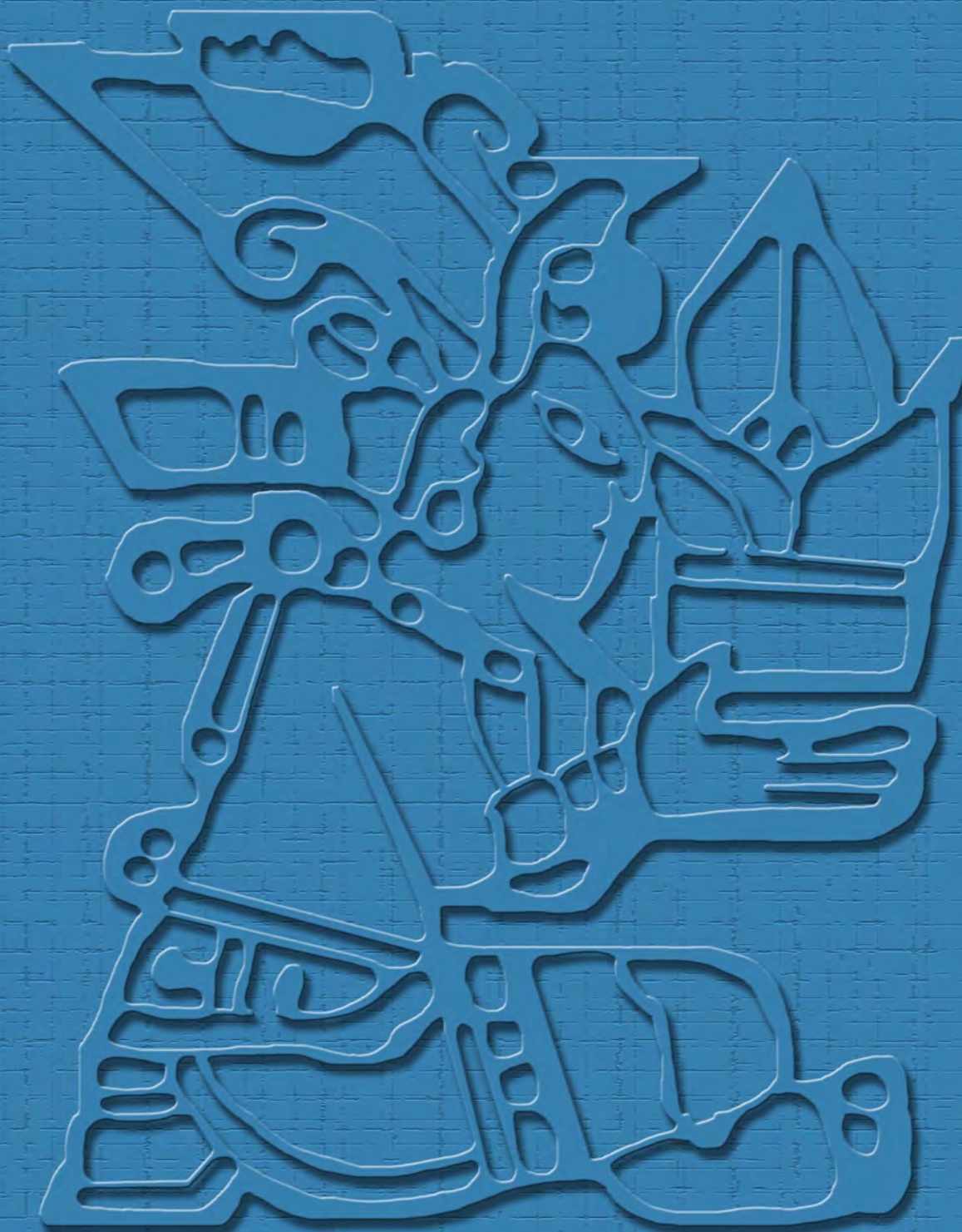




# Banca Central

No. 66 - julio / diciembre - 2013 - Año XXII - Guatemala, C. A.





## **BANCO DE GUATEMALA**

7a. avenida, 22-01, zona 1, Guatemala, C. A.

Apartado Postal: 365

Teléfonos: PBX (502) 2429 6000 / 2485 6000

Télex: 5231 / 5461

Fax: (502) 2429 6086 / 2485 6041

Telegramas: GUATEBANCO

Página internet: **[www.banguat.gob.gt](http://www.banguat.gob.gt)**





**Banca Central No. 66**  
**(julio-diciembre 2013)**

**Consejo Editorial**

**Director**

Oscar Roberto Monterroso Sazo

**Consejeros**

Antonieta Gutiérrez Escobar

Rómulo Oswaldo Divas Muñoz

Leonel Moreno Mérida

Juan Carlos Castañeda Fuentes

Carlos Eduardo Castillo Maldonado

**Coordinación**

Ivar Ernesto Romero Chinchilla

**Producción**

Sergio Armando Hernández Rodas

Leonel Enrique Dubón Quiñonez

**Diagramación**

Raquel González Ortiz

**Servicios Secretariales**

Ana Lucero Herrarte Pantaleón

**Edición**

Juan Francisco Sagüí Argueta

**Impresión**

Ediciones Don Quijote, S. A.

**Banca Central** es una publicación semestral, divulgativa del pensamiento institucional del Banco de Guatemala. Debido a que es una Revista de amplio criterio, también está abierta a ideas no necesariamente coincidentes con las del Banco.

Los colaboradores de la Revista son entera y exclusivamente responsables por sus opiniones y, por consiguiente, éstas no reflejan la posición oficial del Banco, a menos que ello se haga constar expresamente.

Es libre la reproducción de los artículos, gráficas y cifras que figuren en la Revista, siempre y cuando se mencione la fuente.

Toda correspondencia deberá dirigirse a: Revista *Banca Central*, Banco de Guatemala, 7ª. avenida, 22-01, zona 1. Código Postal No. 01001.

**Índice**

**Presentación**

**3**

Trabajos ganadores del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central "Doctor Manuel Noriega Morales", edición 2012-2013.

**Primer Lugar**

**Credibilidad de un banco central y acceso al mercado financiero en un modelo de equilibrio general con remesas endógenas: una estimación bayesiana para Guatemala.**

**5**

*Hilcías Estuardo Morán Samayoa,*

*Fidel Pérez Macal*

**Segundo Lugar**

**Incorporando a la estructura de metas explícitas de inflación el concepto de estabilidad financiera**

**35**

*Oscar Gustavo Solís Lemus*

**Tercer Lugar**

**Perturbaciones internas y externas en pequeñas economías abiertas: un análisis de equilibrio general para el caso de Nicaragua (1994-2011)**

**73**

*Alfredo Ibrahim Flores Sarria*

**Mención Honorífica**

**Incertidumbre, inflación y crecimiento económico en Guatemala: evidencia y lecciones para la política monetaria**

**99**

*Herberth Solórzano Somoza,*

*Juan Antonio Ibáñez Reyes*

**Secciones permanentes**

**Junta Monetaria** **127**

**Autoridades y funcionarios superiores del Banco de Guatemala** **129**

**Red nacional de Bibliotecas del Banco de Guatemala** **130**





La revista Banca Central, semestre julio-diciembre 2013, presenta los trabajos ganadores del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central “Doctor Manuel Noriega Morales”, edición 2012-2013. Este esfuerzo editorial del Banco de Guatemala es un aporte científico de apoyo para la comunidad académica, docente, de investigadores y estudiantes de nuestro país y del ámbito internacional.

*Credibilidad de un banco central y acceso al mercado financiero en un modelo de equilibrio general con remesas endógenas: una estimación bayesiana para Guatemala*, es el trabajo ganador del **Primer Lugar** en el que sus autores, **Hilcías Estuardo Morán Samayoa y Fidel Pérez Macal**, desarrollan y estiman un modelo nuevo Keynesiano para una economía pequeña y abierta que tiene por objetivo analizar el impacto de shocks de política monetaria, de remesas y de demanda externa sobre las principales variables macroeconómicas (inflación y producto, entre otras) para la economía guatemalteca. El modelo es estimado por los autores mediante métodos bayesianos utilizando datos trimestrales macroeconómicos para el período 2003-2011. La especificación del modelo permite estimar una función de remesas en un ambiente de equilibrio general para la economía guatemalteca, lo cual representa una contribución importante de este estudio. Los resultados de este trabajo evidencian que la ausencia de credibilidad es fuente de volatilidad macroeconómica cuando se producen shocks monetarios; sin embargo, ante shocks de remesas las simulaciones realizadas, al considerar escenarios de alta y baja credibilidad de la política monetaria, los autores muestran que el impacto de las remesas sobre el producto y la inflación no son significativamente diferentes en ambos contextos. Las simulaciones ilustran la importancia de considerar la existencia de agentes no ricardianos para la modelación macroeconómica en Guatemala. Morán y Pérez sostienen que cuanto mayor es el grado de exclusión financiera, mayor es el impacto de las remesas sobre la actividad económica agregada; esto, agregan, es particularmente relevante en Guatemala, donde cerca del 30% de la población es receptora de remesas del exterior y las mismas se utilizan principalmente para financiar consumo.



Deidad maya que aparece en los billetes de veinte quetzales. Es una estilización elaborada por el pintor guatemalteco Alfredo Gálvez Suárez que tomó la figura representada en la página doce del Códice Maya, conservado en la biblioteca de Dresde, Alemania. Dicha figura fue identificada por los historiadores J. Antonio Villacorta C. y Carlos A. Villacorta en su libro *Códices Mayas* —impreso en la Tipografía Nacional de Guatemala en 1930— como “Dios E: con un vaso de plantas en las manos y una cruz en el adorno de la cabeza. Su signo está en el jeroglífico 2; representa la divinidad del maíz o de la agricultura, llamada *Yun Kax*”.

**Oscar Gustavo Solís Lemus** obtuvo el **Segundo Lugar** con su investigación *Incorporando a la estructura de metas explícitas de inflación el concepto de estabilidad financiera*, en la cual presenta una propuesta de un modelo macroeconómico semiestructural, el que incorpora un concepto de estabilidad financiera dentro de la función de reacción del banco central. Este modelo está diseñado para una economía pequeña y abierta en la cual se incluye un sector fiscal. El modelo se basa en las ideas desarrolladas por Burcu Aydin and Engin Volkan (2011) en donde incluyen dentro de la función de reacción de la banca central una variable que representa la estabilidad financiera; para lo cual se utiliza el concepto de fragilidad financiera propuesto por Goodhart, Tsomocos, Sunirand (2003), autores que sostienen que inestabilidad financiera está caracterizada por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos; sin embargo, el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera. En la investigación se trata de modelar los beneficios de los bancos, el incumplimiento de los agentes, integrarlos y con ello se trata de establecer alguna aproximación a la que se denomina estabilidad financiera desde el concepto de dichos autores con el fin de integrarlo al modelo mencionado.

---

*Perturbaciones internas y externas en pequeñas economías abiertas: un análisis de equilibrio general para el caso de Nicaragua (1994-2011)*, de **Alfredo Ibrahim Flores Sarria**, obtuvo el Tercer Lugar. Su autor presenta un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (MEGDE), microfundamentado, para una economía pequeña y abierta que sigue la línea del paradigma nekeynesiano. Mediante dicho modelo se determinan las fuerzas y mecanismos que inciden en la trayectoria de las principales variables macroeconómicas de la economía nicaragüense, referidas específicamente al período 1994-2011 y tomando, en la medida de lo posible, como referencia el Sistema de Cuentas Nacionales Anuales base 2006 (CNA 2006) del Banco Central de Nicaragua (BCN). En la actualidad existe marcado interés en el desarrollo a diferentes escalas de estos modelos por parte del sector académico, las instituciones de gobierno, los organismos internacionales pero sobre todo de los bancos centrales dado que es posible analizar por medio de ellos la respuesta de los diferentes agentes económicos ante cambios en su entorno, determinándose dichas respuestas en un contexto de equilibrio general, en el cual todas las variables endógenas de la economía se determinan de forma simultánea.

La **Mención Honorífica** correspondió a la investigación *Incertidumbre, inflación y crecimiento económico en Guatemala: evidencia y lecciones para la política monetaria*, de los autores **Herberth Solórzano Somoza y Juan Antonio Ibáñez Reyes**, quienes sostienen que su investigación tiene por propósito determinar la relación entre la inflación, la incertidumbre (volatilidad) inflacionaria y el crecimiento económico de Guatemala durante el período 1985-2012. Para ello los autores someten a prueba las hipótesis de Friedman (1977), Cukierman (1992) y Holland (1995) sobre la volatilidad de la inflación; y las de Black (1987) y Deveraux (1989) sobre la volatilidad del crecimiento. Dichas interrelaciones las abordan desde tres perspectivas complementarias y no exploradas anteriormente para el caso de este país: i) se utiliza modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M para la inflación y el crecimiento económico utilizando variables dummies para períodos en los que se implementaron reformas estructurales que afectaron la política económica de Guatemala y para meses preeleccionarios y poseleccionarios durante el período evaluado; ii) se estima la curva de impacto de las noticias para las especificaciones simétricas y asimétricas de la familia de modelos GARCH-M, con lo cual pretenden medir el impacto de las innovaciones actuales en la volatilidad condicional futura de la inflación y del crecimiento; y iii) se evalúan las relaciones de causalidad entre las variables y se estima un modelo de vectores autorregresivos con el propósito de examinar las funciones impulso-respuesta.



# Credibilidad de un banco central y acceso al mercado financiero en un modelo de equilibrio general con remesas endógenas: una estimación Bayesiana para Guatemala

*Hilcías Estuardo Morán S.*

*Fidel Pérez Macal*

## Resumen

En este estudio se desarrolla y estima un modelo nuevo Keynesiano para una economía pequeña y abierta con el objeto de analizar el impacto de un shock de política monetaria, un shock de remesas y un shock de demanda externa sobre las principales variables macroeconómicas (inflación y producto, entre otras) para la economía guatemalteca. El modelo se estima por métodos Bayesianos utilizando datos trimestrales macroeconómicos para el período 2003-2011. La especificación del modelo permite estimar una función de remesas en un ambiente de equilibrio general para la economía guatemalteca, lo que representa una importante contribución de este estudio. Los resultados muestran que la ausencia de credibilidad es fuente de volatilidad macroeconómica cuando se producen shocks monetarios. Sin embargo, ante shocks de remesas las simulaciones realizadas en este estudio, considerando escenarios de alta y baja credibilidad de la política monetaria, muestran que el impacto de las remesas sobre el producto y la inflación no son significativamente diferentes en ambos contextos. Las simulaciones ilustran la importancia de considerar la existencia de agentes no-ricardianos para la modelación macroeconómica en Guatemala. Cuanto mayor es el grado de exclusión financiera, mayor es el impacto de las remesas sobre la actividad económica agregada. Esto es particularmente relevante en Guatemala, donde cerca del 30 por ciento de la población es receptora de remesas del exterior y dichas remesas se utilizan principalmente para financiar consumo (70 por ciento de las remesas se destinan a consumo).

## 1. Introducción

De acuerdo a la base de datos del Banco Mundial (WDI), las remesas como porcentaje del producto interno bruto (PIB) han crecido constantemente durante las últimas tres décadas. Para finales de los años 1970s las remesas enviadas a todos los países en desarrollo representaban únicamente un 0.5 por ciento del PIB, en tanto que para el año 2006 esos flujos alcanzaron alrededor de un 2 por ciento. Las remesas han llegado a representar la segunda fuente más grande de recursos financieros internacionales para los países en desarrollo, sólo después de la inversión extranjera directa. Para muchos países pequeños dichos flujos representan la principal fuente de recursos financieros externos (por ejemplo, para Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Haití, República Dominicana, etc.). En el año 2011 se estima que ingresaron como remesas 372 billones de dólares a los países en desarrollo, de los cuales, 62 billones ingresaron a América Latina, y de éstos cerca de 4,500 millones ingresaron a Guatemala, siendo Guatemala el cuarto país receptor de remesas de la región, después de México, Brasil y Colombia, en términos absolutos. Los flujos de remesas para Guatemala, en la última década, han representado en promedio más del 10 por ciento del PIB. Debido a estos hechos el análisis de las remesas ha recibido atención considerable en la literatura académica, en los círculos de los hacedores de política y por parte de las agencias financieras internacionales. En este estudio se desarrolla y estima un modelo nuevo Keynesiano para una economía pequeña y abierta con el objeto de analizar el impacto de las remesas sobre las principales variables macroeconómicas (inflación y producto, entre

otras) de la economía guatemalteca. El modelo se estima por métodos Bayesianos utilizando datos trimestrales macroeconómicos de la economía guatemalteca para el período 2003-2011. Guatemala representa un caso de interés particular por dos razones principales: primero, casi el 100 por ciento de las remesas recibidas por los hogares guatemaltecos provienen de los Estados Unidos de América, donde se estima que viven más de 1.6 millones de inmigrantes guatemaltecos, representando una tasa de emigración de 11.4 por ciento.<sup>1</sup> Segundo, dado que los EE. UU. es el principal socio comercial de Guatemala, el análisis cuantitativo se facilita porque es posible asociar la demanda agregada externa con el PIB de dicho país. Este país representa más del 50 del comercio de bienes para Guatemala. En efecto, cuando se realiza la estimación del modelo, el PIB de los EE. UU. se incluye como variable observable en el vector de variables de medida en la representación estado-espacio del modelo.

El esquema analítico incorpora un bien no-transable, hábitos de consumo, indexación de precios, hogares que enfrentan restricciones de liquidez y remesas provenientes del exterior. El modelo desarrollado en este artículo es parecido al desarrollado por [4], excepto porque este modelo incluye una proporción de hogares que enfrentan restricciones de liquidez y además incorpora remesas del exterior como fuente adicional de ingreso en los hogares guatemaltecos. Este estudio está relacionado a la literatura que incluye remesas en un marco de equilibrio general dinámico [5, 1, 15]. También está relacionado con la literatura que incluye agentes que enfrentan restricciones de liquidez por falta de acceso al mercado financiero [11, 12], esto implica que este tipo de agentes son incapaces de suavizar su consumo y, por lo tanto, consumen el total de su ingreso período a período. La justificación para la inclusión de agentes *no-ricardianos* en esta economía es variada. Primero, se puede argumentar falta de acceso al mercado financiero, escasa educación financiera, población con necesidades básicas insatisfechas o sin capacidad de ahorro, etc. Considerando el relativo poco desarrollo del sistema financiero guatemalteco, los niveles de pobreza en Guatemala<sup>2</sup> y los bajos niveles de educación de la población<sup>3</sup>, la inclusión de familias que enfrentan

restricciones de liquidez es justificable en este modelo. La especificación del modelo toma en consideración dos aspectos relevantes de la literatura empírica microeconómica sobre remesas. Por un lado, de acuerdo a [9] y [17] existe una relación positiva entre el ingreso de los emigrantes y el tamaño de las remesas que envían al país de origen.<sup>4</sup> Por esta razón, debido a que la mayoría de emigrantes guatemaltecos viven y trabajan en los EE. UU., en la especificación de la función de remesas del modelo se asume que cuanto mayor es el PIB de los EE. UU. mayor es la probabilidad de que se reciban más remesas en Guatemala. Por otro lado, existe evidencia empírica que sugiere que el envío de remesas está negativamente asociado al ingreso de las familias receptoras en el país de origen [13, 9]. Por esta razón, también la especificación de la función de remesas incluye el ingreso en Guatemala como argumento. El valor del parámetro estimado que aproxima la sensibilidad de las remesas al ingreso doméstico es 0.13. Esto implica que cuando la economía guatemalteca aumenta (disminuye) 1 por ciento, los inmigrantes reducen (incrementan) el monto de remesas enviado a Guatemala por 0.13 por ciento. Por otro lado, las estimaciones del modelo muestran que la dinámica de las remesas fluctúa uno a uno con la dinámica del producto de los Estados Unidos de América. La estimación de estos coeficientes en un ambiente de equilibrio general para la economía guatemalteca representa una importante contribución de este estudio.

En el documento se presentan dos ejercicios de simulación. Los dos ejercicios consisten en la aplicación de tres tipos de shocks en dos diferentes contextos. Un primer escenario donde la credibilidad de la política monetaria cambia y un segundo escenario donde la proporción de hogares *no-ricardianos* cambia, manteniendo constante lo demás. Los impactos exógenos analizados son: un shock puramente aleatorio y transitorio sobre las remesas, un shock sobre la demanda externa total, el cual afecta directamente a las remesas y a las exportaciones en la economía y un shock a la tasa de interés de política. Este último shock, además de servir de referencia sobre la consistencia teórica y predictiva del modelo, permite analizar los efectos de la

<sup>1</sup> Datos tomados de [16].

<sup>2</sup> De acuerdo a los resultados de la Encuesta de Nacional sobre Condiciones de Vida del año 2011 (ENCOVI 2011), publicada por el Instituto Nacional de Estadística, se estima que más del 50 por ciento de la población guatemalteca vive en condiciones de pobreza.

<sup>3</sup> De acuerdo al Censo Nacional de Población del año 2002, el promedio de años de escolaridad alcanzado por la población guatemalteca es 5.0.

<sup>4</sup> Para una revisión de la literatura teórica y empírica sobre determinantes de las remesas vea [7] y [15]. De acuerdo a [7], una relación positiva entre remesas e ingresos de los emigrantes es compatible con varias motivaciones para enviar remesas, estas son: motivos puramente altruistas, por interés propio (interés en recibir herencias o simplemente por la satisfacción de regresar a la comunidad de origen con honor) y por motivos de inversión.

política monetaria en ambientes donde existen remesas y donde existen mercados financieros relativamente poco desarrollados. Los principales resultados de las simulaciones realizadas en este artículo se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Los resultados de aplicar distintos shocks en ambientes de baja y alta credibilidad muestran que la ausencia de credibilidad es fuente de volatilidad macroeconómica cuando se producen shocks monetarios. Sin embargo, ante shocks de remesas las simulaciones realizadas en este estudio no reflejan que la credibilidad sea fundamental. Es decir, los efectos de las remesas sobre las distintas variables macroeconómicas, en escenarios de alta y baja credibilidad de la política monetaria no son significativamente diferentes.
2. Ante un shock transitorio de remesas el tipo de cambio real se aprecia independientemente del tamaño de la proporción de agentes no-ricardianos en la economía. Sin embargo, el tipo de cambio real permanece apreciado por un tiempo más prolongado cuanto menor es dicha proporción.
3. Ante un shock monetario la demanda doméstica disminuye y por consiguiente la inflación también se reduce. El tamaño de la caída inicial en el producto y la inflación es mayor cuanto menor es el acceso de los hogares al mercado financiero. Una lección importante de este ejercicio es que omitir la existencia de agentes no-ricardianos en modelos de equilibrio general puede subestimar los efectos de los shocks de política monetaria, lo cual resulta especialmente relevante en economías con alta exclusión financiera como la guatemalteca.
4. Las simulaciones ilustran también la importancia de considerar la existencia de agentes no-ricardianos para la modelación macroeconómica en Guatemala. Cuanto mayor es el grado de exclusión financiera, mayor es el impacto de las remesas sobre la actividad económica agregada. Esto es particularmente relevante en Guatemala, donde de acuerdo al último estudio elaborado por la Organización Internacional de Migraciones [16] sobre remesas en Guatemala, cerca del 30 por ciento de la población guatemalteca es receptora de remesas del exterior y dichas remesas se utilizan principalmente para financiar consumo (70 por ciento de las remesas se destinan a consumo).

El resto del documento está estructurado de la siguiente manera: en la sección II se presenta la descripción y solución del modelo. En la sección III se incluye la metodología de estimación, la descripción de los datos y los resultados de la estimación Bayesiana. En la sección IV se presentan los resultados de las simulaciones realizadas y en la última parte se presentan las conclusiones.

## 2. Descripción del modelo

El modelo, en general, es parecido al utilizado por [4], excepto porque este modelo incluye una proporción de hogares que enfrentan restricciones de liquidez y además incorpora remesas del exterior como fuente adicional de ingreso de los hogares guatemaltecos.<sup>5</sup> La economía del modelo está habitada por tres tipos de agentes económicos: los hogares, las empresas y la autoridad monetaria. Existen tres tipos de empresas, empresas dedicadas a producir bienes finales en un mercado competitivo, empresas productoras de bienes intermedios diferenciados y empresas importadoras de bienes que venden sus bienes en mercados de competencia monopolística. La relación de la economía doméstica con el resto del mundo se materializa por el comercio de bienes y la libre movilidad de capitales, permitiendo un traspaso limitado de los precios de los bienes importados a los bienes domésticos y una prima de riesgo que es función del nivel de endeudamiento externo.

### 2.1. Hogares

La economía doméstica es habitada por un continuo de hogares indexados por  $j \in [0,1]$ . Una proporción  $1-\lambda$  de esos hogares tiene acceso al mercado de capitales donde puede comprar y vender activos financieros, cada hogar de estos puede comprar y vender tanto bonos domésticos como bonos externos. El bienestar o utilidad de estos hogares depende positivamente de su nivel de consumo y además depende negativamente de las horas trabajadas. Estos hogares son dueños de las empresas que producen los bienes intermedios, por lo que reciben el ingreso correspondiente a la renta monopolística generada por dichas empresas. Similar a [11], en este estudio se utiliza el término *agentes ricardianos* para referirse al subconjunto  $1-\lambda$  de hogares. La proporción restante de hogares,  $\lambda$ , no

<sup>5</sup> El ingreso proveniente de remesas del exterior en Guatemala ha representado más del 10 por ciento del PIB en la última década.



posee ningún activo o pasivo financiero, ellos simplemente consumen todo su ingreso corriente período a período. Esta proporción de hogares se denominan *agentes no-ricardianos*. La justificación de la inclusión de agentes no ricardianos en esta economía es variada, se puede argumentar falta de acceso al mercado financiero, escasa educación financiera, población con necesidades básicas insatisfechas o sin capacidad de ahorro, etc. [3] presentan alguna evidencia, fundamentados en estimaciones de la ecuación de Euler modificada, de que existe un número significativo de consumidores no-ricardianos en los Estados Unidos y otros países industrializados. Considerando el relativo poco desarrollo del sistema financiero, los niveles de pobreza y los bajos niveles de educación de la población guatemalteca, la inclusión de familias que enfrentan restricciones de liquidez es justificable en este modelo.

### 2.1.1. Hogares ricardianos

La función de utilidad de cada hogar en el momento  $t$  está dada por:

$$U(C_t^o, l_t^o) = \ln(C_t^o(j) - \psi(1+g_y) C_{t-1}^o(j)) - \zeta_t \frac{l_t^o(j)^{1+\gamma_l^o}}{1+\gamma_l^o} \quad (1)$$

para  $t = 0, 1, \dots, \infty$ . Los miembros de este hogar representativo, que puede ser interpretado como todos los hogares guatemaltecos, derivan utilidad de la canasta de bienes de consumo,  $C_t^o$ , pero no disfrutan del tiempo destinado a trabajar,  $l_t^o$ . El flujo de utilidad derivado del consumo depende del consumo presente y el consumo pasado, donde el parámetro  $\psi$  representa la formación de hábitos en las preferencias del consumidor. La variable  $\zeta_t$  es un shock sobre la oferta laboral,  $\gamma_n^o$  es la elasticidad inversa de la oferta laboral respecto al salario real.

Los hogares tienen acceso a dos tipos de activos: bonos no contingentes externos de un período,  $B_t^{*o}(j)$  y bonos contingentes domésticos de un período,  $d_{t+1}^o(j)$ . Se supone que no existen costos de ajuste en la composición del portafolio. Sin embargo, al pedir prestado al exterior, se debe pagar una prima sobre el precio internacional del bono extranjero,  $\Theta(\cdot)$ , la cual a su vez, es función del cociente entre la posición neta de activos externos y las exportaciones. Este supuesto implica que los hogares toman la prima de riesgo como dada al momento de decidir sus portafolios óptimos. Por consiguiente, cada

hogar maximiza su función de utilidad, decide sobre su consumo y la composición de su portafolio, sujeto a la restricción presupuestaria,

$$P_t C_t^o(j) + E_t(q_{t,t+1} d_{t+1}^o(j)) + \frac{e_t B_t^{*o}(j)}{R_t^* \Theta\left(\frac{e_t B_t^{*o}}{P_{x,t} X_t}\right)} W_t l_t^o(j) + d_t^o(j) + e_t B_{t-1}^{*o}(j) + \Pi_t^o(j), \quad (2)$$

donde,  $P_t$  es el precio del bien de consumo,  $q_{t,t+1}$  es el precio de los bonos contingentes domésticos en el período  $t$ , normalizado por la probabilidad de ocurrencia del estado,  $e_t$  es el tipo de cambio nominal,  $R_t^*$  es la tasa de interés internacional,  $W_t$  es el salario nominal,  $\Pi_t^o(j)$  son los beneficios recibidos por las empresas domésticas de los hogares *ricardianos*.

El problema de maximización de estos hogares, después de haber transformado la restricción presupuestaria a valores reales, implica las condiciones de primer orden siguientes:

$$C_t^o: \left[ \frac{1}{C_t^o(j) - \psi(1+g_y) C_{t-1}^o(j)} \right] + \beta \left[ \frac{-\psi(1+g_y)}{C_{t+1}^o(j) - \psi(1+g_y) C_t^o(j)} \right] - A_t = 0, \quad (3)$$

$$l_t^o: -\zeta_t l_t^o(j)^{\gamma_l^o} + \frac{A_t W_t}{P_t} = 0 \quad (4)$$

$$d_{t+1}^o: \frac{B_{t+1}}{P_{t+1}} - \frac{A_t E_t q_{t,t+1}}{P_t} = 0, \quad (5)$$

$$B_t^{*o}: \beta E_t \left[ \frac{A_{t+1} e_{t+1}}{P_{t+1}} \right] - \frac{A_t e_t}{P_t R_t^* \Theta\left(\frac{e_t B_t^{*o}}{P_{x,t} X_t}\right)} = 0. \quad (6)$$

Las ecuaciones (3)-(6) representan el conjunto de decisiones prospectivas (*forward-looking*) óptimas sobre cuánto trabajar, consumir y ahorrar en la forma de bonos domésticos y/o externos. Es importante notar que los hogares ricardianos no reciben remesas del exterior y, por consiguiente, la cantidad de remesas provenientes del exterior son recibidas por las familias *no-Ricardianas*. Las condiciones de optimalidad expresadas en las ecuaciones (3) y (5), en conjunto y en equilibrio, establecen la relación negativa entre la tasa de interés y el consumo que determina el bloque de demanda del modelo:

$$\beta E_t \left[ \frac{1}{q_{t,t+1} P_{t+1}} \left( \frac{1}{C_{t+1}^o(j) - \psi(1+g_y)C_t^o(j)} \right) \right] = \frac{1}{P_t(C_t^o(j) - \psi(1+g_y)C_{t-1}^o(j))}, \quad (7)$$

La inclusión de hábitos de consumo hace la dinámica del modelo más realista y coherente con los datos. De acuerdo a [8], contrario a lo que sucede en los modelos sin rigideces reales (donde el consumo se ajusta bruscamente), un modelo con hábitos de consumo permite una respuesta suave del consumo a shocks de política monetaria y, por consiguiente, también permite una respuesta más gradual de la inflación a cambios en la política monetaria.

Combinando la ecuación de Euler (7) y la condición de primer orden de los bonos externos, (6), y después de algunas manipulaciones algebraicas, se obtiene la paridad no cubierta de la tasa de interés,

$$R_t + \varphi_t = E_t \left[ \frac{e_{t+1}}{e_t} \right] R_t^* \Theta_t, \quad (8)$$

donde  $\varphi$  es un término de covarianza, el cual desaparece en la versión linearizada del modelo. Al combinar también la ecuación de Euler con la condición de primer orden con respecto a  $l_t(j)$ , se obtiene:

$$\zeta_t l_t^{\gamma}(j) (C_t^o(j) - \psi(1+g_y)C_{t-1}^o(j)) = \frac{W_t}{P_t} \quad (9)$$

La expresión (9) describe la decisión óptima de los hogares ricardianos sobre la oferta laboral, la cual indica que los trabajadores están dispuestos a trabajar más horas en las empresas que remuneran un salario más alto y en temporadas donde los salarios son más altos. Esta expresión puede ser interpretada como la curva de oferta laboral del mercado competitivo, la cual determina la cantidad de oferta laboral como una función de los salarios reales, dada la utilidad marginal del consumo.

### 2.1.2. Hogares no-ricardianos

Una fracción  $\lambda$  de la economía enfrenta restricciones de liquidez. Estos hogares consumen todo su ingreso período a período, el cual proviene de salarios y remesas del exterior. Estos no suavizan la trayectoria del consumo como respuesta a cambios en los salarios reales y tampoco experimentan sustitución intertemporal del consumo

cuando cambia la tasa de interés real. Como es señalado por [12], este comportamiento irracional, desde el punto de vista de la forma estándar de modelar a los consumidores en los modelos estructurales, puede interpretarse como una combinación de miopía, falta de acceso a los mercados financieros o simplemente porque una proporción importante de la población vive en condiciones de subsistencia y su ingreso únicamente es suficiente para satisfacer sus necesidades básicas, como sucede en Guatemala. La función de utilidad de cada período del hogar *no-Ricardiano*  $j$  está dada por

$$U(C_t^r, l_t^r) = \ln(C_t^r(j)) - \zeta_t \frac{l_t^r(j)^{1+\gamma_l}}{1+\gamma_l} \quad (10)$$

donde la letra "r" superpuesta se utiliza para referirse a variables relacionadas con los agentes *no-ricardianos*. Es importante notar que en esta economía se asume que la inversa de la elasticidad de oferta laboral para los dos tipos de consumidores puede ser distinta. Esto implica que en el modelo se puede suponer que los agentes no-ricardianos y ricardianos responden de manera distinta ante cambios en el salario real. De esta manera, al menos para países en desarrollo como Guatemala es natural suponer que la oferta laboral para los sectores con ingresos de subsistencia o *no-ricardianos* la oferta laboral puede ser más inelástica que la oferta laboral de los ricardianos. La restricción presupuestaria para estos agentes es la siguiente:

$$C_t^r(j) = \frac{W}{P} l_t^r(j) + \frac{1}{\lambda} \frac{e_t}{P_t} \text{Rem}_t \quad (11)$$

Por consiguiente, el nivel de consumo del hogar  $j$  es igual al ingreso laboral más las remesas recibidas del exterior representadas por el segundo término del lado derecho de la ecuación (11). Nótese que las remesas recibidas por el hogar  $j$  corresponden al promedio de remesas recibidas por el total de hogares  $\lambda$ , están expresadas en moneda nacional y en términos reales.

Además, en esta economía se supone que las remesas son una función del ingreso externo medido por la brecha del PIB de los Estados Unidos de América,  $\frac{Y_t^*}{Y^*}$ , y de la brecha del PIB doméstico,  $\frac{Y_t}{Y}$ . Se estima que para cerca del 100 por ciento de los emigrantes guatemaltecos su país de destino ha sido los Estados Unidos y es el país de donde provienen casi la totalidad de las remesas. Por esta razón, si la actividad económica de los Estados Unidos crece se espera que las remesas hacia Guatemala también se incrementen.

El sustento empírico en favor de este argumento puede ser encontrado en [17], donde la autora, utilizando información sobre los emigrantes y los no-emigrantes nigerianos pertenecientes a una misma familia, encuentra que existe una correlación estadísticamente significativa entre la cantidad de remesas enviadas al país de origen y el ingreso de los emigrantes nigerianos que residen en los EE. UU. Por otro lado, siguiendo un gran número de autores que han encontrado evidencia empírica sobre el comportamiento altruista de las remesas [13, 17, 9, 6], en este estudio igual que en [5] y [15] las remesas dependen negativamente del ingreso en el país de origen. Esto implica que cuando se observa un *shock* negativo (un desastre natural que afecta la producción agrícola, por ejemplo) al ingreso en Guatemala, las remesas se incrementan por una proporción  $\theta_d$ . Así, las remesas también sirven como un estabilizador automático o como un mecanismo de seguro que permite suavizar el consumo de los agentes *no-ricardianos* y de la economía en general. La función de las remesas es caracterizada de la siguiente manera:

$$Rem_t = \left( \frac{Y_t}{Y} \right)^{-\theta_d} \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right)^{\theta_f} e^{v_{Rem,t}^{Rem}} \quad (12)$$

donde los parámetro  $\theta_d$  y  $\theta_f$  representan la sensibilidad de las remesas al ingreso doméstico y el ingreso externo, respectivamente. Asimismo,  $v_{Rem,t}^{Rem} \sim N(0, \sigma_{Rem}^2)$  es un proceso estocástico agregado, el cual se interpreta como cambios no explicados por el ingreso de los emigrantes y tampoco por el ingreso de los hogares receptores de remesas. Ejemplos plausibles de esos factores podrían ser un cambio favorable en los términos de intercambio o cambios en el costo de envío de las remesas [1]. En este punto, es importante notar dos contribuciones de este estudio: 1) la inclusión de una función de remesas como la especificada en la ecuación (12) en un modelo de equilibrio general dinámico; y 2) debido a que para la estimación de los parámetros de dicha expresión, en la forma estado-espacio del modelo se incluyen como variables observables tanto la brecha del producto guatemalteco como la brecha del producto de los Estados Unidos de América, se considera que los parámetros estimados y presentados en la sección de resultados de este documento son la mejor aproximación, en términos agregados, de la relación de las remesas y sus determinantes en Guatemala. Combinando la definición de paridad del poder de compra del tipo de cambio real,  $rer_t = \frac{e_t P_t^*}{P_t}$  y la ecuación (12) se obtiene la versión linealizada  $\hat{P}_t$  para las remesas:

$$\hat{C}_{R,t} = \frac{WL^r}{Y} \frac{Y}{C} (\hat{w}_t^r + \hat{l}_t) + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{C} \frac{1}{\lambda} (\hat{fer}_t + \hat{fem}_t) \quad (13)$$

donde,  $\hat{c}_r$  es el consumo de familias restringidas,  $\hat{w}_t^r$  el salario real,  $\hat{l}_t$  es la oferta de trabajo de los hogares que enfrentan restricciones de liquidez,  $\hat{fer}$  es el tipo de cambio real y  $\hat{fem}$  representan las remesas en US dolares reales. Todas las variables con el símbolo “^” representan desviaciones con respecto a sus valores de estado estacionario y las relaciones  $\frac{WL}{Y} \equiv \frac{\epsilon_H - 1}{\epsilon_H} \frac{Y_H}{Y}$  y  $Y_c \equiv 1 - \frac{XN}{Y}$ , donde  $\frac{Y_H}{Y}$  es la proporción de bienes domésticos a PIB y  $\frac{XN}{Y}$  es la proporción de exportaciones netas a PIB. En estado estacionario, igual que en [12] y [15], se asume que tanto los agentes ricardianos como los agentes no-ricardianos consumen en el agregado la misma cantidad, este supuesto no afecta los resultados principales del estudio. Por consiguiente, en el estado estacionario  $C = C^r = C^o$ .

La condición de optimalidad asociada al problema estático de maximización de cada agente no-ricardiano, (maximización de (10) sujeto a (11)), está dada por

$$\frac{W_t}{P_t} = C_t^r(j) l_t^r(j) v_t^r, \quad (14)$$

la cual define la oferta laboral de estos agentes.

### 2.1.3. Demanda de bienes domésticos e importados

El bien de consumo es un compuesto entre bienes importados y domésticos.<sup>6</sup> Para cualquier nivel de consumo, cada hogar adquiere (demanda) en el período  $t$  una combinación de bienes domésticos e importados, de tal manera que minimice el costo de su canasta compuesta de consumo. Para ello, cada hogar se enfrenta al siguiente problema de minimización:

$$\text{Min } P_{H,t} C_{H,t}(j) + P_{F,t} C_{F,t}(j) \\ \text{sujeto a: } C_t(j) = \left[ (1 - \alpha)^{1/\eta} [C_{H,t}(j)]^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \alpha^{1/\eta} [C_{F,t}(j)]^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (15)$$

<sup>6</sup> Para facilitar la exposición de la agregación del consumo en esta parte se omiten las identificaciones para agentes ricardianos y no-ricardianos, esto es porque para facilitar el análisis se asume una composición similar de la canasta de consumo para ambos agentes.



donde,  $C_{H,t}$  (j) es el bien de consumo doméstico,  $C_{F,t}$  (j) es el bien de consumo importado,  $\eta$  es la elasticidad de sustitución entre bienes importados y domésticos y  $\alpha$  es la participación de los bienes importados dentro de la canasta de consumo doméstico,  $P_{H,t}$  y  $P_{F,t}$  son los precios de los bienes domésticos e importados, respectivamente. De las condiciones de primer orden de este problema se obtienen:

$$C_{H,t} = (1 - \alpha) \left( \frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad (16)$$

$$C_{F,t} = \alpha \left( \frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad (17)$$

Las expresiones (16) y (17) representan las demandas de bienes domésticos e importados, respectivamente. Por otro lado, utilizando la definición  $P_t^{1-\eta} = (1-\alpha) P_{H,t}^{1-\eta} + \alpha P_{F,t}^{1-\eta}$  se obtiene la ecuación para el índice de precios al consumidor:

$$P_t = [(1-\alpha) P_{H,t}^{1-\eta} + \alpha P_{F,t}^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (18)$$

## 2.2. Firmas

En esta economía existen tres tipos de firmas: 1) empresas productoras de bienes finales que operan en un mercado competitivo utilizan como insumo bienes intermedios diferenciados para producir un bien final homogéneo; 2) empresas que producen bienes intermedios diferenciados en un mercado de competencia monopolística; y 3) empresas importadoras de bienes diferenciados de consumo que luego venden en el mercado minorista un bien importado de consumo final homogéneo.

### 2.2.1. Firma de bienes finales

El bien doméstico  $Y_{H,t}$  se produce por empresas minoristas utilizando una tecnología con retornos constantes de escala,

$$Y_{H,t} = \left[ \int_0^1 Y_{H,t}(z_H)^{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H-1}} dz_H \right]^{\frac{\epsilon_H-1}{\epsilon_H}} \quad (19)$$

donde  $Y_{H,t}(z_H)$  representa la cantidad de bien intermedio  $z_H$  utilizado como insumo y  $\epsilon_H > 1$ . Así, del problema de minimización de costos, tomando como dado el precio del bien final,  $P_t$  y el precio del bien intermedio  $P_{H,t}(z_H)$ , se obtiene la demanda de la variedad  $z_H$ :

$$Y_{H,t}(z_H) = Y_{H,t} \left( \frac{P_{H,t}(z_H)}{P_{H,t}} \right)^{-\epsilon_H} \quad (20)$$

donde,  $P_{H,t} = \left( \int_0^1 P_{H,t}^{1-\epsilon_H} dz_H \right)^{1/(1-\epsilon_H)}$  es la condición de beneficio cero.

### 2.2.2. Producción intermedia

La función de producción para la firma representativa productora de bienes intermedios es dada por:

$$Y_{H,t}(z_H) = A_{H,t} (1 + g_y)^t l_t(z_H), \quad (21)$$

donde  $A_{H,t}$  es un shock de productividad. Condicionado al salario de mercado, el costo marginal es:

$$MC_{H,t}(z_H) = \frac{W_t}{A_{H,t}(1 + g_y)^t} \quad (22)$$

Se asume que los productores de bienes intermedios domésticos son competidores monopolísticos. Además, se supone que una proporción de las firmas son capaces de establecer sus precios a lá Calvo. De acuerdo con [2], cada período las empresas enfrentan una probabilidad constante  $(1 - \phi_H)$  de poder reoptimizar sus precios. El parámetro  $\phi_H$  es una medida del grado de rigidez nominal. Cuanto mayor es dicho parámetro, menor es la frecuencia con la que los precios domésticos son ajustados.<sup>7</sup> Por su parte, para aquellas empresas que no pueden optimizar sus precios durante el período  $t$ , existe una regla de actualización o de ajuste pasiva, tal que su precio en  $t+1$  está dado por:

$$P_{H,t+1}(z_H) = \left( \frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} \right)^{\epsilon_H} (1 + \bar{\pi})^{(1-\epsilon_H)t} P_{H,t}(z_H). \quad (23)$$

Este ajuste pasivo implica una actualización que considera un promedio ponderado geométrico de la inflación doméstica pasada,  $\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}}$ , y de la meta de inflación establecida por la autoridad monetaria,  $\bar{\pi}$ . El término  $(1 + g_y)$  permite prevenir una alta dispersión de los precios alrededor de la trayectoria de crecimiento de estado estacionario. Por consiguiente, el problema al que se enfrenta la empresa  $z_H$  a la que se le permite reoptimizar sus precios en  $t$ , una vez que haya escogido el precio y que deba ofrecer la cantidad del bien que sea demandada a ese precio es:

<sup>7</sup> Por ejemplo, un  $\phi_L = 0.75$  significa que los salarios son ajustados cada cuatro períodos, frecuencia de ajuste =  $1/(1-0.75)$ . Si las variables tuvieran una frecuencia trimestral, luego los salarios se ajustaran cada año.

$$\text{Max}_{P_{H,t}(z_H)} \sum_{j=0}^{\infty} \phi_H^j E_t \left[ A_{t,t+j} \frac{P_{H,t}(z_H) - MC_{H,t+j}(z_H)}{P_{t+j}} Y_{H,t+j}(z_H) \right] \quad (24)$$

sujeto a la demanda por su variedad de producto (19), al costo marginal de la empresa (22) y a la regla de actualización de precios de las firmas incapaces de reoptimizar sus precios en el período  $t$ , (23). Las empresas no ajustan sus precios de manera frecuente, únicamente cuando reciben una señal. En cada período, la probabilidad para cualquier empresa de recibir una señal y ajustar los precios es de  $1 - \phi_H$ . Por lo que, si una empresa,  $z_H$  recibe esa señal en el período  $t$ , entonces ajustará el precio de su variedad,  $P_{H,t}(z_H)$ . Sustituyendo (19), (22) y (23) en (24), y al resolver el problema descrito se obtiene la siguiente expresión:

$$P_{H,t}^{op}(z_H) = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1} \frac{\sum_{j=0}^{\infty} \phi_H^j E_t \left\{ \frac{\Lambda_{t,t+j}}{P_{t+j}} \left[ \frac{W_t}{A_{H,t}(\bar{\pi} + g_y)^t} Y_{H,t+j}(z) \right] \right\}}{\sum_{j=0}^{\infty} \phi_H^j E_t \left\{ \frac{\Lambda_{t,t+j}}{P_{t+j}} \left[ \left( \frac{P_{H,t-1+j}}{P_{H,t-1}} \right)^{\varepsilon_H} (\bar{\pi} + g_y)^{j(1-\varepsilon_H)} Y_{H,t+j}(z_H) \right] \right\}} \quad (25)$$

donde la expresión (25) representa el precio óptimo de la variedad  $z_H$  de insumos domésticos y  $\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1}$  es el markup en una economía libre de rigideces en el mercado de bienes.

### 2.2.3. Firms importadoras

El sector de importaciones consiste en un continuo de empresas que compran un bien homogéneo en el mercado externo y posteriormente lo convierten en un bien importado diferenciado. En el agregado, las empresas combinan sus bienes diferenciados para obtener un bien final importado,  $Y_F$ . Las diferentes empresas importadoras compran en el extranjero al precio  $P_{F,t}^*$ . Cada empresa importadora posee un poder monopolístico sobre el precio minorista de su variedad. Se supone rigidez de precios al convertir los precios a moneda local para permitir un efecto traspaso incompleto del tipo de cambio hacia los precios de las importaciones. Similar al caso de las empresas productoras de bienes intermedios, las empresas importadoras ajustan sus precios locales de forma irregular, únicamente cuando reciben una señal, la que tiene una probabilidad de  $1 - \phi_F$  cada período. Como en el caso de los bienes producidos localmente, al no recibir una señal, la empresa actualiza su precio siguiendo una regla pasiva. Sin embargo,

cuando la empresa recibe la señal escoge su nuevo precio maximizando la siguiente expresión:

$$\text{Max}_{P_{F,t}(z_F)} \sum_{j=0}^{\infty} \phi_F^j E_t \left\{ \frac{\Lambda_{t,t+j}}{P_{t+j}} Y_{F,t+j}(z_F) \left[ \frac{P_{F,t-1+j}}{P_{F,t-1}} \right]^{\varepsilon_F} (1 + \bar{\pi})^{j(1-\varepsilon_F)} P_{F,t}(z_F) - e_{t+j} P_{F,t+j}^* \right\} \quad (26)$$

sujeto a la demanda doméstica para la variedad  $z_F$ ,

$$Y_{F,t+j}(z_F) = Y_{F,t} \left( \frac{P_{F,t}(z_F)}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon_F} \quad (27)$$

nótese que en (26) ya se incluyó la regla pasiva de actualización de precios de bienes importados, la cual es, en esencia, similar a la de los bienes domésticos. Particularmente, las empresas importadoras que no son capaces de reoptimizar sus precios en el momento  $t$  realizan su ajuste de precios por medio de un promedio de la inflación pasada y de la inflación meta establecida por el Banco de Guatemala. Sustituyendo (27) en (26), se resuelve el problema descrito tal que:

$$P_{F,t}^{op}(z_F) = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1} \frac{\sum_{j=0}^{\infty} \phi_H^j E_t \left\{ \frac{\Lambda_{t,t+j}}{P_{t+j}} \left[ e_{t+j} P_{F,t+j}^* Y_{F,t+j}(z_F) \right] \right\}}{\sum_{j=0}^{\infty} \phi_H^j E_t \left\{ \frac{\Lambda_{t,t+j}}{P_{t+j}} \left[ \left( \frac{P_{F,t-1+j}}{P_{F,t-1}} \right)^{\varepsilon_F} (\bar{\pi} + g_y)^{j(1-\varepsilon_H)} Y_{F,t+j}(z_F) \right] \right\}} \quad (28)$$

donde (28) es el precio óptimo del bien importado diferenciado  $z_F$

### 2.3. Regla de política monetaria

La función de reacción del banco central, también conocida como regla de política monetaria, está especificada en la forma de una regla de Taylor, como se observa en la ecuación (29):

$$R_t = \bar{R}^{1-\psi_R} (R_{t-1})^{\psi_R} \left[ \frac{P_t}{(1+\bar{\pi}) P_{t-1}} \right]^{\psi_{\pi}} \left[ \frac{Y_t}{\bar{Y}} \right]^{\psi_Y} \left[ \frac{V_{m,t}}{\bar{V}_m} \right]^{1-\psi_R} e^{v_{m,t}}, \quad (29)$$

donde  $\bar{\pi}$ ,  $\bar{Y}$  y  $V_{m,t} \sim N(0, \sigma_m^2)$ , representan la meta de inflación de mediano plazo, el PIB tendencial y un shock de política monetaria, respectivamente. De acuerdo con la política monetaria de Guatemala, el instrumento de política utilizado es la tasa de interés de corto plazo. La inclusión de

un rezago de la misma tasa de interés de política monetaria dentro de la función de reacción obedece a las preferencias de la autoridad monetaria por evitar fluctuaciones importantes en la tasa de interés que puedan generar mayor volatilidad e incertidumbre sobre las demás variables incluidas en la regla. De esta manera, el parámetro  $\psi_R$  controla el grado de suavizamiento de la tasa de interés de política monetaria. En consistencia con la especificación de la ecuación (29),  $\psi_\pi$  y  $\psi_y$  son, respectivamente, las respuestas de mediano plazo de la autoridad monetaria ante desvíos de la inflación y el crecimiento del producto, respecto a sus valores de estado estacionario.

## 2.4. Condiciones de equilibrio agregado

1. La oferta laboral por hogar tipo  $i = r, o$  y la oferta laboral agregada están dadas por:

$$L_t^i = \int_0^1 l_t^i(j) dj$$

$$L_t = \lambda L_t^r + (1-\lambda) L_t^o$$

2. El consumo por hogar tipo  $i = r, o$  y el consumo agregado están dados por:

$$C_t^i = \int_0^1 C_t^i(j) dj$$

$$C_t = \lambda C_t^r + (1-\lambda) C_t^o$$

3. Las expresiones para remesas, los bonos domésticos, los bonos externos y los dividendos de equilibrio son dadas por:  $Rem_t = \lambda Rem_t^o$ ,  $D_t = \lambda D_t^o$ ,  $B_t^* = \lambda B_t^{*o}$  y  $\Pi_t = \lambda \Pi_t^o$ , respectivamente.

4. El equilibrio de bienes domésticos  $H$  es como sigue:

$$C_{H,t} + C_{H,t}^* = Y_{H,t} = A_{H,t} (1+g_y)^t N_t \left[ \int_0^1 \left( \frac{P_{H,t}(z_H)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon_H} dz_H \right]^{-1}$$

5. Demanda externa:

$$C_{H,t}^* = \alpha^* \left( \frac{P_{H,t}}{e_t P_{F,t}^*} \right)^{-n^*} C_t^*$$

6. PIB nominal y real total:

$$P_{Y,t} Y_t = P_t C_t + P_{X,t} X_t - e_t P_{F,t}^* M_t$$

$$Y_t = P C_t + P_X X_t - e P_F M_t$$

7. Exportaciones nominales y reales:

$$P_{X,t} X_t = P_{H,t} C_{H,t}^* + e_t P_{F,t}^* Y_{s,t} \quad (30)$$

$$X_t = P_H C_{H,t}^* + e_t P_F^* Y_{s,t} \quad (31)$$

donde,  $Y_{s,t}$  incluye la parte de las exportaciones de commodities más relevantes para la economía guatemalteca (café, azúcar y banano) y  $P_s$  representa el índice de precios de dichos bienes.

8. Importaciones reales:

$$M_t = \left[ \int_0^1 \left( \frac{P_{F,t}(z_F)}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon_F} dz_F \right] Y_{F,t}$$

dado que  $Y_{F,t} = C_{F,t}$ :

$$\Rightarrow M_t = \left[ \int_0^1 \left( \frac{P_{F,t}(z_F)}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon_F} dz_F \right] C_{F,t}$$

9. Tipo de cambio real:

$$RER_t = \frac{e_t P_{F,t}^*}{P_t}$$

10. Posición externa neta:

$$P_t R_t^* \Theta \left( \frac{e_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) = \frac{P_{Y,t} Y_t}{P_t} + \frac{e_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{e_t Rem_t}{P_t} - C_t$$

donde,  $P_{Y,t} Y_t = W_t L_t + \Pi_t$ .

11. Precios agregados domésticos e importados:

$$P_{H,t} = \left( \phi_H (P_{H,t}^{op})^{1-\varepsilon_H} + \phi_H \int_0^1 [\phi + \pi_{t-1}^{\varepsilon_H} \phi + \bar{\pi}]^{1-\varepsilon_H} \phi + g_y P_{H,t-1}(z_H) \right)^{-\varepsilon_H} dz_H \left( \frac{1}{1-\varepsilon_H} \right)$$

$$P_{F,t} = \left( \phi_F (P_{F,t}^{op})^{1-\varepsilon_F} + \phi_F \int_0^1 [\phi + \pi_{t-1}^{\varepsilon_F} \phi + \bar{\pi}]^{1-\varepsilon_F} \phi + g_y P_{F,t-1}(z_F) \right)^{-\varepsilon_F} dz_F \left( \frac{1}{1-\varepsilon_F} \right)$$

donde, las probabilidades que las firmas productoras de bienes domésticos y las firmas importadoras reoptimicen el precio de sus bienes de un período a otro es  $(1-\phi_H)$  y  $(1-\phi_F)$ , respectivamente.

12. Las dispersiones de precios domésticos e importados generados por ineficiencias en la agregación:

$$D_{H,t} = (1-\phi_H) \left( \frac{P_{H,t}^{op}}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon_H} + \phi_H \left[ \frac{(1+\pi_{t-1}^{\varepsilon_H}) (1+\bar{\pi})^{1-\varepsilon_H} (1+g_y) P_{H,t-1}}{P_{H,t}} \right]^{-\varepsilon_H} D_{H,t-1}$$

$$D_{F,t} = (1 - \phi_F) \left( \frac{P_{F,t}^{op}}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon_F} + \phi_F \left[ \frac{(1 + \pi_{t-1})^{\varepsilon_F} (1 + \bar{\pi})^{1 - \varepsilon_F} (1 + g_y) P_{F,t-1}}{P_{F,t}} \right]^{-\varepsilon_F} D_{F,t-1}$$

### 3. Estimación del modelo

Existen dos métodos comúnmente utilizados para solucionar y evaluar los modelos de equilibrio general dinámicos: el primero es a través de una estimación econométrica y un segundo método en el cual se calibran los parámetros del modelo. Los métodos de calibración fueron generalmente utilizados hasta hace pocos años, pero han perdido popularidad ante el avance de nuevos métodos econométricos de estimación y, en parte también, debido a la mejora significativa reciente de los métodos computacionales de solución de dichos modelos. El enfoque utilizado para obtener las simulaciones en este estudio es una combinación de estimación empírica y de calibración. Cabe notar, como se muestra más adelante, que en su mayoría los parámetros del modelo fueron estimados por métodos Bayesianos, utilizando el filtro de Kalman.<sup>8</sup> En esta sección se describen los métodos utilizados para la estimación y calibración del modelo y los datos utilizados para la estimación.

#### 3.1. Metodología

El método empírico de estimación del modelo utiliza métodos de inferencia Bayesiana. Esto implica obtener la distribución posterior de los parámetros del modelo a partir de la representación espacio-estado de la versión log-linearizada del sistema de ecuaciones dinámicas que integran el modelo.<sup>9</sup> Para la estimación del modelo se utilizó el método de estimación Bayesiana. La metodología Bayesiana es un enfoque de información completo que permite estimar de forma conjunta los parámetros de los modelos de equilibrio general dinámicos. La estimación se basa en la función de probabilidad obtenida de la solución

<sup>8</sup> Para una discusión más detallada de la metodología utilizada consultar [18] y [7], donde el primero de los autores describe con algún detalle el método empírico de estimación y el segundo presenta una revisión detallada de la literatura sobre la formulación y estimación de los modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general, con un énfasis especial en los métodos Bayesianos.

<sup>9</sup> Una característica fundamental de los métodos Bayesianos es que son capaces de incorporar como *priors* los juicios y opiniones de los hacedores de política de lo que ha sido la evolución pasada de la economía (conocimiento de experto) y/o permiten utilizar la información proveniente de las fuentes estadísticas a nivel micro (encuestas de hogares, encuestas de empresas y censos de población, por ejemplo).

linearizada del modelo.<sup>10</sup> Este método de inferencia permite formalizar el uso de información previa o preexistente (*priors*) para la estimación de modelos estructurales complejos. Dicho enfoque es particularmente relevante en situaciones donde la amplitud de la muestra de los datos utilizados para la estimación es corta, como sucede en Guatemala.

El enfoque de estimación se basa en el filtro de Kalman, donde un conjunto de variables se toman como no observables o ecuaciones de transición mientras otras variables se introducen como ecuaciones de medida. El sistema de ecuaciones log-linearizado integra un sistema lineal de expectativas racionales que puede resumirse de la siguiente manera:

$$\Gamma_0(\theta)x_t = \Gamma_1(\theta)x_{t-1} + \psi(\theta)\varepsilon_t + \Pi(\theta)\xi_t \quad (32)$$

donde  $x_t$  es un vector que contiene las variables del modelo expresadas en desviaciones logarítmicas con respecto a su valor de equilibrio de largo plazo, el cual incluye las 22 variables endógenas y los 9 procesos exógenos. El vector  $\varepsilon_t$  contiene las innovaciones ruido blanco de los 9 *shocks* incluidos en el modelo y el vector  $\xi_t$  es un vector que incluye los 5 errores de pronóstico de las variables con formación de expectativas racionales. Las matrices  $\Gamma_0$ ,  $\Gamma_1$ ,  $\psi$  y  $\Pi$  son funciones no lineales de los parámetros estructurales incluidos en  $\theta$ .

La solución del sistema en (32) puede ser escrito de la siguiente manera:

$$x_t = \Omega_x(\theta)x_{t-1} + \Omega_\varepsilon(\theta)\varepsilon_t \quad (33)$$

donde  $\Omega_x$  y  $\Omega_\varepsilon$  son funciones de los parámetros estructurales. Ahora se define el vector de variables observables como  $y_t$ , el cual es asociado a las variables del modelo a través de la ecuación de medida:

$$y_t = Hx_t \quad (34)$$

donde  $H$  es una matriz que selecciona los elementos de  $x_t$ . Las expresiones (33) y (34) corresponden a la representación espacio-estado del vector de variables  $y_t$ . De esta manera, si adicionalmente se supone que las innovaciones están normalmente distribuidas, luego se puede calcular la función de probabilidad condicional de

<sup>10</sup> La versión linearizada del sistema de ecuaciones del modelo se presenta en el anexo A.



los parámetros estructurales,  $L(\theta|y^T)$ , utilizando el filtro de Kalman, donde  $y^T = \{y_1, \dots, y_T\}$ . Si  $p(\theta)$  es una función de distribución inicial (*priors*) de los parámetros estructurales, seguidamente se pueden utilizar los datos de las variables observables  $y^T$  para actualizar los parámetros iniciales a través de la función de probabilidad. Así, utilizando el teorema de Bayes se puede estimar la distribución posterior de los parámetros del modelo,

$$p(\theta|y^T) = \frac{L(\theta|y^T) p(\theta)}{\int L(\theta|y^T) p(\theta) d\theta} \quad (35)$$

con el algoritmo Metropolis-Hastings. La lista de parámetros estimados incluidos en el vector  $\theta$  se presentan en la tabla 1.

### 3.2. Calibración

Los otros parámetros del modelo que no son estimados, fueron calibrados de tal forma que los valores de estado-estacionario de algunas variables aproximan las de la economía guatemalteca. Los parámetros calibrados y las relaciones macroeconómicas utilizadas para las simulaciones se presentan en la tabla 2. A nivel macroeconómico, como se muestra en la tabla 2, se asume un crecimiento trimestral de la productividad per-cápita,  $g_y$ , de 0.25 por ciento, el cual es consistente con un crecimiento económico de 3.5 por ciento anual de la economía guatemalteca durante la última década. Considerando que la fuerza laboral (población) crece en aproximadamente 2.5 por ciento anual, dicho crecimiento corresponde a un crecimiento del ingreso per-cápita de un 1 por ciento. La proporción de remesas a PIB,  $Rem\_Y$ , la proporción de exportaciones netas a PIB,  $NX\_Y$ , la fracción de bienes de consumo importado a consumo total,  $\alpha$ , y la proporción de bienes domésticos a PIB,  $Yh\_Y$ , se obtuvieron de las cuentas nacionales trimestrales publicadas por el Banco de Guatemala, y los valores utilizados son 0.116, -0.116, 0.20, y 0.90, respectivamente. Para la proporción de ingreso de familias que enfrentan restricciones de liquidez,  $\lambda$ , se utiliza un valor de 0.50, el cual aproxima la tasa de pobreza general reportada por el Instituto Nacional de Estadística. Para la proporción de consumo de las familias *no-Ricardianas* a PIB,  $Cr\_Y$ , se utilizó un valor de 0.28, el cual se aproxima a la proporción del ingreso sobre el ingreso total de los 5 deciles inferiores en la distribución del ingreso y fue obtenido de la Encuesta Nacional de Ingresos Familiares del año 2010.<sup>11</sup> Para las variables externas, la

tasa de interés nominal y la inflación externa, se utilizaron los valores 2.5 y 4.5 por ciento, respectivamente. La tasa de interés nominal de corto plazo se colocó en un 6 por ciento anual, similar a la utilizada por el Banco de Guatemala en el modelo semi-estructural de proyecciones trimestrales y para la inflación de estado estacionario se utilizó la meta de inflación de mediano plazo anunciada por la autoridad monetaria, del 4 por ciento anual. Finalmente, se calibraron algunos parámetros de la inercia de algunas variables exógenas (productividad, exportaciones y precios relativos de los commodities), estableciéndolos en 0.75 y también se calibraron algunos parámetros de las funciones de utilidad relacionados, dicha calibración fue fundamental para lograr que el consumo y la oferta laboral de los hogares *ricardianos* y *no-ricardianos* fuera igual en el estado estacionario.

### 3.3. Datos

Para la estimación del modelo, el vector de variables observables,  $y_t$ , incluye la tasa de interés nominal de corto plazo, la inflación, el producto, el tipo de cambio real, las exportaciones reales, las remesas enviadas por los migrantes a los hogares guatemaltecos, la tasa de interés externa, la inflación externa y la demanda externa. Todas las variables fueron transformadas a brechas. A continuación se describe cada una de las variables utilizadas para estimar el modelo:

1. **Tasa de interés de corto plazo ( $\hat{i}$ ).** Para el cálculo de la brecha de la tasa de interés de política, se asumió que el nivel de estado estacionario de la tasa de interés de corto plazo es de 6 por ciento anual. La brecha de esta variable se definió como la diferencia entre la variable observada cada trimestre y su valor de largo plazo de forma trimestralizada.
2. **Inflación ( $\hat{\pi}$ ).** La medida de inflación utilizada corresponde a la inflación subyacente que excluye de la inflación total los productos agrícolas con alta volatilidad, los productos de maíz y sus derivados, los productos de trigo y los derivados del petróleo. La brecha fue calculada como la diferencia entre el logaritmo de la inflación subyacente desestacionalizada y el valor de la meta de inflación de mediano plazo establecida por la autoridad monetaria (4 por ciento).
3. **Producto interno bruto ( $\hat{y}$ ).** Para el cómputo de la brecha del producto se utilizó el PIB trimestral publicado por el Banco de Guatemala. La serie fue desestacionalizada

<sup>11</sup> La ENIGFAM 2010 fue colectada y publicada por el Instituto Nacional de Estadística.

y su brecha fue calculada como la diferencia entre el valor observado y una tendencia lineal cuya pendiente representa la tasa de crecimiento promedio del período 2003Q1 a 2011Q4.

4. **Tipo de cambio real** ( $\hat{r}$ ). El tipo de cambio real utilizado es el oficial utilizado por el Banco de Guatemala. El valor de largo plazo se obtiene por medio de una regresión lineal para la muestra de 2003Q1 al 2011Q4 y la brecha es calculada como la diferencia entre el valor observado (desestacionalizado) y su valor de largo plazo en logaritmo.
5. **Exportaciones reales** ( $\hat{x}$ ). Para el cálculo de la brecha de las exportaciones se utilizó la serie trimestral publicada por el Banco de Guatemala. Para esta serie se utilizó el mismo procedimiento que para el cálculo de la brecha del producto.
6. **Remesas** ( $\hat{r}$ ). Para la brecha de las remesas se utilizó la serie de remesas en dólares publicada por el Banco de Guatemala. Debido a que esta variable es definida en el modelo en términos reales, esta fue transformada en términos reales utilizando la inflación de los Estados Unidos de América. Una vez transformada, el cálculo de la brecha se determinó como la diferencia de la serie observada real y una tendencia lineal estimada utilizando mínimos cuadrados ordinarios para la muestra de 2003Q1 al 2011Q4.
7. **Tasa de interés externa** ( $\hat{i}^*$ ). Esta variable representa la tasa de interés LIBOR a 1 año y la fuente es Bloomberg. Para el cálculo de la brecha se asumió que el valor largo plazo estaría determinado por la media simple de la serie.
8. **Inflación externa** ( $\hat{\pi}^*$ ). Esta variable representa la inflación de los Estados Unidos de América y es obtenida de la página del Bureau of Labor Statistics. La brecha es la diferencia entre la tasa trimestral de inflación y su valor de largo plazo (asumido en 3 por ciento interanual) trimestral.
9. **Demanda externa** ( $\hat{y}^*$ ). Esta variable representa el producto interno bruto de los Estados Unidos de América y es obtenida de la página del Bureau of Economic Analysis. El cálculo de la brecha se determinó como la diferencia de la serie observada y una tendencia lineal estimada utilizando mínimos cuadrados ordinarios para

la muestra de 2003Q1 al 2011Q4. La justificación para la utilización del producto de los EE. UU. como proxy de la demanda externa se fundamenta porque más del 50 por ciento del comercio internacional de Guatemala se realiza con ese país y porque adicionalmente otros socios comerciales importantes para Guatemala también son socios importantes de los EE. UU. (los países centroamericanos y México).

El período muestral utilizado para la estimación cubre el primer trimestre de 2003 al cuarto trimestre de 2011.<sup>12</sup>

### 3.4. Distribuciones iniciales (*priors*)

En general, debido a que para Guatemala no existen estudios previos que fundamenten los valores empíricos de los *priors*, los valores utilizados para las desviaciones estándares de las distribuciones iniciales son relativamente grandes para que reflejen la incertidumbre asociada a dichos parámetros. En la tabla 1 se presentan las distribuciones iniciales para cada uno de los parámetros incluidos en el vector  $\theta$ . Para los parámetros que se encuentran entre 0 y 1 se asume una distribución *Beta* y para los parámetros con una distribución más amplia se utilizó una distribución *Gamma* o *Inv-Gamma*.

### 3.5. Distribuciones posteriores

Los resultados de la estimación del modelo se presentan en la tabla 1. Las primeras dos columnas corresponden a las distribuciones iniciales sobre los parámetros de interés y las columnas restantes corresponden a sus distribuciones posteriores estimadas. En general, se observa que para la mayoría de los parámetros existe aprendizaje respecto a las distribuciones iniciales. Sin embargo, los parámetros que caracterizan a las firmas no mostraron cambios significativos respecto a sus distribuciones a priori. Por ejemplo, los coeficientes  $\xi_F$  (que representa el grado de indexación del componente importado de la inflación) y  $\epsilon_F$  (que mide la elasticidad de sustitución entre bienes importados) no experimentaron diferencias significativas con respecto a su información a priori. Por el contrario, el parámetro de indexación de precios de las firmas domésticas fue el único que mostró un alto grado de aprendizaje e indica que las firmas reoptimizan sus precios con una probabilidad de 0.5, lo cual significa que los precios cambian semestralmente. Para el

<sup>12</sup> La selección del período muestral obedece fundamentalmente a criterios prácticos y de disponibilidad de datos.

caso de los hogares cabe destacar las elasticidades de las remesas, tanto con relación al producto doméstico como al externo. El primero de ellos muestra una elasticidad de 0.13 que refleja que cuando la economía guatemalteca se encuentra en una fase de expansión (contracción), los inmigrantes reducen (incrementan) el monto de remesas por 0.13 de cada 1 por ciento que aumenta (disminuye) el PIB guatemalteco. Además, las remesas son pro cíclicas con el desempeño de la demanda externa, en este caso la demanda de Estados Unidos de América, ya que la mayoría de inmigrantes guatemaltecos residen en dicho país. La estimación muestra que la dinámica de las remesas fluctúa uno a uno con la dinámica del producto del país norteamericano. La estimación de estos coeficientes en un ambiente de equilibrio general para la economía guatemalteca representa una importante contribución de este estudio.

Otro aspecto a notar es el relacionado con la estimación de la regla de política monetaria. La elasticidad de la tasa de interés ante cambios en la inflación,  $\psi_\pi$ , muestra que la reacción del banco central ante un cambio de un 1 por ciento en la brecha de inflación, el banco central aumenta 2.1 por ciento en la tasa de interés de política. Una política agresiva por parte del banco central.<sup>13</sup> Sin embargo, este efecto es mitigado por el alto grado de inercia que la tasa de interés posee ( $\psi_i = 0.91$ ). Por otro lado, y congruente con un esquema de metas explícitas de inflación, la tasa de interés es insensible a fluctuaciones del producto ya que muestra un coeficiente de 0.01. Por último, los coeficientes de las variables exógenas ( $P_{yF}$ ,  $P_{iF}$ ) muestran que los choques en dichas variables afectan a la economía guatemalteca por un período considerable, dada su alta inercia. Caso contrario sucede con los efectos de la inflación externa, la cual posee un coeficiente inercial relativamente bajo (0.26). Sin embargo, el parámetro de la oferta laboral ( $P_\xi$ ) no muestra un aprendizaje significativo y esto es debido a que dentro de las variables observables para la estimación no se incluye alguna que represente el sector laboral.

### 3.6. Análisis de descomposición de varianza

Como se señaló, Guatemala oficializó el esquema de metas explícitas de inflación en el año de 2005 y por ello el análisis se enfocará en ese período muestral. En la tabla 3

se presenta la descomposición de varianza promedio para dicho período y se muestra como los distintos choques afectan de manera absoluta a las variables utilizadas en la estimación. Cabe destacar que para este período la inflación ha estado ligeramente por debajo de la meta oficial de inflación (en un 0.15 por ciento) y aún así el producto, en promedio, ha estado por debajo de su nivel potencial en un 0.69 por ciento. Como se puede apreciar en la tabla, el hecho de que la inflación se encuentre por debajo de la meta se debe principalmente al *shock* sobre la tasa de interés de política, pues este *shock* ha causado que la inflación disminuya en un 0.1 por ciento aproximadamente. El producto ha sido influenciado, principalmente, por el *shock* de la tasa de interés externa, el de productividad y el de exportaciones de commodities, en conjunto hicieron que el producto disminuyera en promedio un 1.8 por ciento aproximadamente. Sin embargo, otros factores han mostrado un efecto contrario sobre esta variable. Por ejemplo, el *shock* de oferta de trabajo y el efecto que tienen las remesas sobre la economía que han mitigado esos efectos negativos. Por ejemplo, como se muestra en la gráfica de descomposición de varianza del producto (figura 5) se observa que para el período 2006-2008, el efecto de las remesas sobre el producto fue fundamental. Sin embargo, a partir de la recesión mundial el flujo de las remesas afectó negativamente al producto.

Por otro lado, en promedio la tasa de interés ha estado por debajo de su valor de estado estacionario en un 0.11 por ciento pero esto no ha sido suficiente para hacer que la brecha inflación promedio sea positiva. Como se observa en la tabla del análisis de varianza (tabla 3), han existido choques positivos a la regla de política que han afectado el producto e inflación, como se mencionó. Para el tipo de cambio real su crecimiento promedio refleja apreciación y este ha sido influenciado principalmente por el shocks de exportaciones de commodities y de remesas. La figura 7 muestra que a partir del año 2008 las exportaciones de commodities han ejercido presiones de depreciación, mientras que las remesas presionaron hacia la apreciación previo y posteriormente a la crisis, pero luego el efecto de esta última variable se revirtió. Esto refleja los efectos de dichas variables durante y después de la crisis financiera. Para el caso de las remesas el crecimiento promedio ha estado por debajo de su valor de estado estacionario pero como se muestra en la figura 8, la demanda externa desempeña un papel importante en la dinámica de dicha variable. Por ejemplo, a partir del 2008, que fue cuando la

<sup>13</sup> Guatemala oficializó las metas explícitas de inflación en el año 2005 y desde entonces ha realizado esfuerzos significativos para mejorar su credibilidad ante los agentes privados.

demanda externa disminuyó drásticamente, las remesas también disminuyeron fuertemente. Sin embargo, también se observa que parte de la dinámica de esta variable es explicada por los shocks puramente aleatorios de remesas, lo que puede interpretarse que existen otras variables que explican las remesas. Por último, las exportaciones muestran un crecimiento promedio de 1.6 por ciento en el período de análisis, el cual es explicado principalmente por el desenvolvimiento de las exportaciones de commodities y seguidamente por los *shock* de trabajo. Por otro lado, los *shock* a la tasa de interés externa han afectado negativamente el comportamiento de las exportaciones. Adicionalmente, como se observan en todas las gráficas de las descomposiciones de varianza las remesas han explicado en distintos grados a las variables observables. Enfocándose en el período 2008-2011, que es cuando la reciente crisis financiera afectó a la economía nacional, la caída en las remesas afectó negativamente al producto y positivamente a la inflación. Resultado de esto, la tasa de interés es también afectada negativamente por el *shock* de remesas y, consecuentemente, el tipo de cambio real se depreció temporalmente.

#### 4. Análisis de resultados

En esta sección se presentan los principales resultados de las simulaciones realizadas con el modelo estimado para Guatemala. En general, el ajuste del modelo a los datos parece ser satisfactorio. Las series simuladas y observadas se presentan en las figuras (1)-(3). Las series para las cuales el modelo muestra un mejor ajuste son el producto, la inflación, las exportaciones, las remesas y para las variables externas. Sin embargo, el modelo no muestra un buen ajuste para el tipo de cambio real y para la tasa de interés de política. El pobre ajuste del modelo para la tasa de interés en el primer quinquenio de la muestra puede deberse a que el Banco de Guatemala comenzó a utilizar la tasa de interés de corto plazo como instrumento hasta el año 2005, pues a partir del año 2006 la serie simulada se ajusta satisfactoriamente. Con relación al tipo de cambio real, durante los últimos diez años dicha variable ha mostrado una tendencia a la apreciación casi continua, excepto en el año 2009, cuando por efectos de la crisis financiera internacional se produjo una depreciación significativa de la moneda nacional. Por consiguiente, la falta de estacionaridad de la serie puede estar generando la poca predictibilidad del modelo. En lo que sigue se presentan los resultados de dos ejercicios de simulación. Los dos ejercicios consisten en la aplicación de

tres tipos de *shock* en dos diferentes contextos. Un primer escenario donde la credibilidad de la política monetaria cambia y un segundo escenario donde la proporción de hogares *no-ricardianos* cambia, manteniendo constante lo demás. Los impactos exógenos analizados son: un *shock* puramente aleatorio y transitorio sobre las remesas, el cual puede ser interpretado como un aumento por una sola vez en las remesas. El segundo es un *shock* positivo sobre la demanda externa total, el cual afecta directamente a las remesas y a las exportaciones en la economía. Esta perturbación refleja el mecanismo por medio de cual un cambio positivo en la actividad económica de los EE. UU. afecta a la economía guatemalteca a través de las remesas y de las exportaciones. Como se mencionó, más del 50 por ciento del comercio internacional de Guatemala se realiza con los EE. UU. o con algún socio cercano de dicho pas. Además, se estima que casi el 100 por ciento de las remesas provienen de inmigrantes guatemaltecos en los EE. UU. De esta manera, analizar el impacto de un *shock* de demanda agregada, medida por el PIB de los EE. UU., resulta ser particularmente relevante por el grado de asociación (comercial y factorial) entre la economía guatemalteca y los EE. UU. El tercer *shock* es una perturbación transitoria sobre la tasa de interés de política. Este *shock* además de servir de referencia sobre la consistencia teórica y predictiva del modelo permite analizar los efectos de la política monetaria en ambientes donde existen remesas y donde existen mercados financieros relativamente poco desarrollados.

##### 4.1. Alta versus baja credibilidad de la política monetaria

En esta parte del trabajo se analizan los efectos de los tres diferentes shocks sobre el producto y la inflación para dos diferentes grados de credibilidad de la política monetaria. Los escenarios planteados corresponden a uno de alta credibilidad, donde el Banco de Guatemala es capaz de transmitir de forma exitosa sus intenciones al sector privado y un segundo escenario donde el sector privado cree que la política monetaria es acomodaticia a la inflación. Escenarios similares son ejemplificados en [10] para demostrar la importancia y potenciales usos de los modelos macroeconómicos estructurales. En este caso se utiliza el modelo para evaluar la relevancia de la credibilidad de la política monetaria en economías expuestas a emigración internacional y por consiguiente a las remesas. En este estudio se define como escenario de alta credibilidad,



un contexto donde el valor de  $\psi_{\pi}$  es igual a 2.01 (valor obtenido de la estimación, ver tabla 1) y un escenario de baja credibilidad donde  $\psi_{\pi}$  es igual a 1.01. En la tabla 4 se presentan los resultados de dichas simulaciones, en la primera columna se muestran los períodos transcurridos después de aplicada la perturbación, en la segunda y tercera columnas se observan los efectos sobre la inflación para niveles bajos y altos de credibilidad de la política monetaria, respectivamente, y finalmente, en la cuarta y quinta columnas se presentan los resultados de aplicar los distintos shocks en ambientes de baja y alta credibilidad, respectivamente.

**1. Shock de política monetaria.** En el panel A de la tabla 4 se pueden apreciar los efectos de un *shock* monetario. Los resultados reflejan que ante la ausencia de credibilidad de la política monetaria se produce una mayor volatilidad macroeconómica. En efecto, para los distintos períodos transcurridos después del *shock*, tanto la inflación como el producto disminuyen por alrededor de un 100 por ciento más en el caso de baja credibilidad con relación al caso de alta credibilidad. Estos resultados evidencian la importancia del fortalecimiento de la credibilidad de la política monetaria.

**2. Shock de remesas familiares.** En el panel B de la tabla 4 se pueden apreciar los efectos de un *shock* transitorio a las remesas. Cuando se produce un incremento de 1 por ciento en las remesas por una única vez, se produce un incremento de 0.05 y 0.28 por ciento en la inflación y en el PIB, respectivamente. El efecto sobre estas variables se diluye casi en su totalidad después de un trimestre, esto puede estar asociado a la presencia de agentes *no-ricardianos* en la economía y a que éstos son los únicos que reciben remesas del exterior. Sin embargo, en el caso de alta credibilidad de la política la tasa de interés se ajusta al alza en una mayor proporción cuando la política monetaria goza de alta credibilidad. La tasa de interés se incrementa en 0.01 y 0.005 por ciento cuando la política es de credibilidad alta y de credibilidad baja, respectivamente. Aunque el alza relativa de la tasa de interés es marginal, la comunicación al público por parte de la autoridad monetaria es evidente.

**3. Shock de demanda externa.** En el panel C de la figura 4 se presentan los efectos de un *shock* de demanda agregada externa, medida por el PIB de los EE. UU. Este puede interpretarse también como un *shock* de

remesas, a diferencia del anterior, esta perturbación tiene una persistencia significativa. A pesar de la persistencia del *shock*, el efecto sobre el producto y la inflación es esencialmente el mismo que ante el *shock* anterior, aunque siempre con una mayor persistencia. La diferencia fundamental se produce en el tipo de cambio real (en ambos casos, alta y baja credibilidad), tanto en la persistencia como en su nivel de apreciación. En tanto que ante el *shock* puramente aleatorio sobre las remesas el tipo de cambio real se aprecia 0.08 por ciento, ante el *shock* de demanda agregada externa se produce una apreciación de 0.3 por ciento.<sup>14</sup> Esto se debe a que la demanda externa afecta a las remesas y las exportaciones, por lo cual el efecto sobre el tipo de cambio real es mayor en este último caso.

En resumen, los resultados de aplicar distintos *shocks* en ambientes de baja y alta credibilidad muestran que la ausencia de credibilidad es fuente de volatilidad macroeconómica cuando se producen *shocks* monetarios. Sin embargo, ante *shocks* de remesas las simulaciones realizadas en este estudio no reflejan que la credibilidad sea fundamental. Es decir, los efectos de las remesas sobre las distintas variables macroeconómicas, en escenarios de alta y baja credibilidad de la política monetaria no son significativamente diferentes. Estos resultados cambian dramáticamente, como se muestra a continuación, cuando cambia el grado de restricción de liquidez enfrentado por la economía.

#### 4.2. Diferentes grados de acceso al mercado financiero por los hogares

En este apartado se analiza la implicancia del grado de acceso a los mercados financieros cuando se producen perturbaciones exógenas como las analizadas anteriormente. Los modelos macroeconómicos estándar asumen que todos los agentes tienen acceso al mercado de capitales y, por consiguiente, son capaces de suavizar su consumo en el tiempo. Es decir, ahorran cuando esperan una disminución futura en su ingreso y consumen más cuando prevén alzas en su ingreso futuro. Sin embargo, en este modelo, similar a otros autores [11, 12, 15] se asume que existe una proporción  $\lambda$  de hogares que no tienen acceso al mercado financiero y, por lo tanto, el total de

<sup>14</sup> Es importante recordar que la demanda externa afecta a esta economía por dos canales, a través de las exportaciones y a través de las remesas.

su ingreso es consumido período a período. Estos agentes *no-ricardianos*, además, de su ingreso laboral reciben remesas del exterior provenientes de los EE. UU. Este es el principal mecanismo de transmisión por el cual las remesas afectan la demanda agregada y su efecto, de esa manera, es magnificado, pues dichos agentes consumen todo el ingreso recibido en cada período de su vida. En la tabla 5 se presentan los resultados de las simulaciones realizadas. En dicha tabla se presentan los resultados de tres simulaciones: economía ricardiana ( $\lambda = 0.01$ ), economía intermedia ( $\lambda = 0.5$ ) y una economía con alta proporción de familias que enfrentan restricciones de liquidez ( $\lambda = 0.75$ ). Nuestra creencia es que la economía guatemalteca se aproxima más a una economía intermedia por sus niveles de pobreza y el relativamente poco desarrollo del sistema financiero. Nótese, además, que el único parámetro que cambia en las distintas simulaciones es  $\lambda$ , el valor del resto de parámetros utilizados en las simulaciones es el mismo que se presenta en las tablas 1 y 2.

**1. Shock de política monetaria.** Ante un shock monetario la demanda doméstica disminuye y, por consiguiente, la inflación también se reduce. El tamaño de la caída inicial en el producto y la inflación es mayor cuanto menor es el acceso de los hogares al mercado financiero. En efecto, en el momento del shock la inflación disminuye 1.8, 2.2 y 2.8 por ciento y el producto disminuye 1.5, 2.9 y 5.1 por ciento cuando  $\lambda = 0.01, 0.5, 0.75$ , respectivamente. Los efectos sobre dichas variables se diluyen gradualmente hasta que las mismas convergen a su nivel de estado estacionario. Con relación al impacto de este shock sobre el tipo de cambio real es muy parecido para los diferentes niveles de  $\lambda$  (ver figura 11). Una lección importante de este ejercicio es que omitir la existencia de agentes *no-ricardianos* en modelos de equilibrio general puede subestimar los efectos de los shocks de política monetaria, lo cual resulta especialmente relevante en economías con alta exclusión financiera como la guatemalteca.

**2. Shock de remesas familiares.** En el panel B de la tabla 5 se presentan los efectos de un shock transitorio a las remesas. Debido a que en esta economía únicamente los hogares *no-ricardianos* reciben remesas del exterior, la magnitud del efecto de las remesas está directamente relacionada con el tamaño de  $\lambda$ . De esta manera, el efecto de este shock sobre la inflación y el producto cuando  $\lambda = 0.01$  es casi 0. En la medida que  $\lambda$  aumenta, el efecto sobre dichas variables se hace mayor. En efecto,

la inflación y el producto aumentan 0.05 y 0.28 por ciento cuando  $\lambda = 0.5, 0.08, 0.37$  por ciento cuando  $\lambda = 0.75$ , respectivamente. Así, en presencia de agentes *no-ricardianos* se produce un efecto positivo sobre el producto y la inflación, pero el impacto desaparece rápidamente porque las remesas se destinan principalmente a consumo. Ante un shock transitorio el tipo de cambio real se aprecia independientemente del tamaño de  $\lambda$ . Sin embargo, el tipo de cambio real permanece apreciado por un tiempo más prolongado cuanto mayor es dicho parámetro. Esto podría explicar el comportamiento del tipo de cambio real en Guatemala, el cual se ha apreciado de forma continua durante la última década. Nuevamente, la existencia de familias que enfrentan restricciones de liquidez magnifica el efecto de las remesas sobre el resto de variables macroeconómicas.

**3. Shock de demanda externa.** En el panel C de la tabla 5 se observan los impactos sobre la inflación y el producto de un shock a la demanda agregada externa. Un aumento de la demanda externa genera un aumento de las remesas y de las exportaciones, lo cual, a su vez, genera un aumento en el producto y la inflación. El impacto de este shock sobre las principales variables macroeconómicas es similar al analizado anteriormente.

Las simulaciones descritas en este apartado ilustran la importancia de considerar la existencia de agentes *no-ricardianos* para la modelación macroeconómica en Guatemala. Cuanto mayor es el grado de exclusión financiera, mayor es el impacto de las remesas sobre la actividad económica agregada. Esto es particularmente relevante en Guatemala, donde de acuerdo al último estudio elaborado por la Organización Internacional de Migraciones (OIM) sobre remesas en Guatemala, cerca del 40 por ciento de la población guatemalteca es receptora de remesas del exterior y dichas remesas se utilizan principalmente para financiar consumo (70 por ciento).<sup>15</sup>

## 5. Conclusiones

En este estudio se desarrolló y estimó un modelo nuevo Keynesiano para una economía pequeña y abierta con el objeto de analizar el impacto de las remesas sobre las principales variables macroeconómicas de la economía guatemalteca. El modelo se estimó por métodos

<sup>15</sup> Ver [17].

Bayesianos utilizando datos trimestrales macroeconómicos de la economía guatemalteca para el período 2003-2011. El esquema analítico incorporó un bien no-transable, hábitos de consumo, indexación de precios, hogares que enfrentan restricciones de liquidez y remesas provenientes del exterior. El modelo que se desarrolló es parecido al de [4], excepto porque este modelo incluyó una proporción de hogares que enfrentan restricciones de liquidez y además incorporó remesas del exterior como fuente adicional de ingreso en los hogares guatemaltecos. La especificación del modelo tomó en consideración dos aspectos relevantes de la literatura empírica microeconómica sobre remesas. Por un lado, existe una relación positiva entre el ingreso de los emigrantes y el tamaño de las remesas que envían al país de origen.<sup>16</sup> Por esta razón, debido a que la mayoría de emigrantes guatemaltecos viven y trabajan en los EE. UU., en la especificación de la función de remesas del modelo se asumió que cuanto mayor es el PIB de los EE. UU. mayor es la probabilidad de que se reciban más remesas en Guatemala. Por otro lado, como existe evidencia empírica que sugiere que el envío de remesas está negativamente asociado al ingreso de las familias receptoras en el país de origen [14, 10], en la especificación de la función de remesas también se consideró esta sugerencia de la literatura. El valor del parámetro estimado que aproxima la sensibilidad de las remesas al ingreso doméstico es 0.13. Esto significa que cuando la economía guatemalteca aumenta (disminuye) 1 por ciento, los inmigrantes reducen (incrementan) el monto de remesas enviado a Guatemala por 0.13 por ciento. Por otro lado, las estimaciones del modelo muestran que la dinámica de las remesas fluctúa uno a uno con la dinámica del producto de los Estados Unidos de América. La estimación de estos coeficientes en un ambiente de equilibrio general para la economía guatemalteca representa una importante contribución de este estudio.

En el documento se presentaron dos ejercicios de simulación. Los dos ejercicios consistieron en la aplicación de tres tipos de *shocks* en dos diferentes contextos. Un primer escenario

donde la credibilidad de la política monetaria cambia y un segundo escenario donde la proporción de hogares *no-ricardianos* cambia, manteniendo constante lo demás. De las simulaciones se obtuvieron dos resultados principales. Primero, la aplicación de distintos *shocks* en ambientes de baja y alta credibilidad muestran que la ausencia de credibilidad es fuente de volatilidad macroeconómica cuando se producen *shocks* monetarios. Sin embargo, ante *shocks* de remesas las simulaciones que se realizaron en este estudio no reflejan que la credibilidad sea fundamental. Es decir, los efectos de las remesas sobre las distintas variables macroeconómicas, en escenarios de alta y baja credibilidad de la política monetaria no son significativamente diferentes. Segundo, las simulaciones ilustran la importancia de considerar la existencia de agentes *no-ricardianos* para la modelación macroeconómica en Guatemala. Cuanto mayor es el grado de exclusión financiera, mayor es el impacto de las remesas sobre la actividad económica agregada. Esto es particularmente relevante en Guatemala, donde de acuerdo al último estudio elaborado por la Organización Internacional de Migraciones sobre remesas en Guatemala, cerca del 30 por ciento de la población guatemalteca es receptora de remesas del exterior y dichas remesas se utilizan principalmente para financiar consumo (70 por ciento de las remesas se destinan a consumo). Este estudio representa un primer esfuerzo por incluir remesas y agentes que enfrentan restricciones de liquidez en un modelo de equilibrio general dinámico para una economía con las características de la economía guatemalteca. Debido a la complejidad del modelo y a la serie relativamente corta utilizada en la estimación del modelo, el análisis es susceptible de ser mejorado en futuras versiones de este documento. Aspectos en los que se podría avanzar es modelar de mejor manera la demanda externa agregada, la cual resulta ser sumamente relevante en la especificación y estimación del modelo, así como una mejor especificación de la función de las remesas, la que a nuestro juicio debería de tener mayor fundamento microeconómico dentro de la estructura del modelo.

<sup>16</sup> Para una revisión de la literatura teórica y empírica sobre determinantes de las remesas vea [7] y [15].

## 6. Bibliografía

- [1] P. Acosta, E. Lartey, and F. Mandelman. Remittances and the dutch disease. *Journal of International Economics*, 79:102–116, 2009.
- [2] G. Calvo. Staggered prices in a unitility maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12:383–398, 1983
- [3] John Y. Campbell and Gregory Mankiw. NBER Macroeconomics Annual, chapter Consumption, Income, and Interest Rate: Reinterpreting the Time Series Evidence, pages 185–216. MIT Press, Cambridge, 1989.
- [4] R. Caputo, F. Liendo, and J. P. Medina. Monetary Policy under Inflation Targeting, chapter New Keynesian Models for the Inflation Targeting period in Chile. Central Bank of Chile, 2007.
- [5] R. Chami, T. Cosimano, and M. Gapen. Beware of emigrants bearing gifts: Optimal fiscal and monetary policy in the presence of remittances. IMF Working Paper 06/61 2006.
- [6] F. Docquier and H. Rapoport. The economics of migrants' remittances. In A. Gerard-Varet, C. Kolm, and J. Mercier-Ythier, editors, *Handbook on the Economics of Giving, Reciprocity, and Altruism*, volume 2, pages 1135–1198. Elsevier-North Holland, 2006.
- [7] Jesús Fernández-Villaverde. The econometrics of dsge models. *SERIES, Journal of the Spanish Economic Association*, 1:3–49, 2010.
- [8] Jefferrey C. Fuhrer. Habit formation in consumption and its implications for monetary-policy models. *The American Economic Review*, 90(3):367–389, 2000.
- [9] E. Funkhouser. Remittances from international migration: a comparison of El Salvador and Nicaragua. *The Review of Economics and Statistics*, 77:137–146, 1995.
- [10] Jordi Gal and Mark Gertler. Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation. *Journal of Economic Perspectives*, 21(4):25–45, 2007.
- [11] Jordi Gal, J. David López-Salido, and Vallés Javier. Rule-of-thumb consumers and the design of interest rate rules. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(4):739–763, 2004.
- [12] Jordi Gal, J. David López-Salido, and Javier Vallés. Understanding the effects of government spending on consumption. Working Paper 11578, National Bureau of Economic Research, August 2005.
- [13] R. Lucas and O. Stark. Motivations to remit: evidence from botswana. *Journal of Political Economy*, 93(5):901–918, 1985.
- [14] R. Lucas. International migration regimes and economic development. Technical report, Report for the Expert Group on Development Issues (EGDI), Swedish Ministry of Foreign Affairs. Boston University, 2005.
- [15] Federico Mandelman. Monetary and exchange rate policy under remittance fluctuations. March 2011.
- [16] OIM-UNICEF. Encuesta sobre remesas 2010, protección de la niñez y adolescencia. Technical report, OIM, 2011.
- [17] Una O. Osili. Remittances and savings from international migration: Theory and evidence using a matched sample. *Journal of Development Economics*, 83:446–465, 2007.
- [18] F. Schorfheide. Lost function-based evaluation of dsge models. *Journal of Applied Econometrics*, 15(6):645–670, 2000.



Tabla 1: Distribuciones iniciales y posteriores de los parámetros del modelo

| Definición                                           |                | Distribución inicial ( <i>priors</i> ) |       |                   | Distribución posterior |                   |              |              |
|------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------------------|--------------|--------------|
|                                                      |                | Forma<br>Distribución                  | Media | Desv.<br>Estándar | Valor<br>Media         | Desv.<br>Estándar | Lim.<br>Inf. | Lim.<br>Sup. |
| <b>Hogares</b>                                       |                |                                        |       |                   |                        |                   |              |              |
| Elast. de sustitución bienes domésticos e importados | $\eta$         | <i>gamma</i>                           | 1     | 0.3               | 1.34                   | 0.26              | 0.9          | 1.75         |
| Elast. de sustitución de la demanda externa          | $\eta^F$       | <i>gamma</i>                           | 1     | 0.3               | 1.2                    | 0.35              | 0.59         | 1.79         |
| Elast. de las remesas a producto domstico            | $\theta$       | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.13                   | 0.04              | 0.08         | 0.18         |
| Elast. de las remesas a producto externo             | $\theta^F$     | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.99                   | 0.01              | 0.98         | 1            |
| Prima de riesgo                                      | $\varrho$      | <i>inv-gamma</i>                       | 0.1   | 4                 | 0.03                   | 0.01              | 0.02         | 0.05         |
| <b>Firmas</b>                                        |                |                                        |       |                   |                        |                   |              |              |
| Probabilidad de no reoptimizar firmas domésticas     | $\phi$         | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.51                   | 0.05              | 0.44         | 0.6          |
| Probabilidad de no reoptimizar firmas importadoras   | $\phi^F$       | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.8                    | 0.1               | 0.68         | 0.94         |
| Indexación del componente doméstico de la inflación  | $\xi_H$        | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.79                   | 0.14              | 0.6          | 0.98         |
| Indexación del componente importado de la inflación  | $\xi_F$        | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.86                   | 0.08              | 0.72         | 1            |
| Elasticidad de sustitución entre bienes importados   | $\epsilon_F$   | <i>gamma</i>                           | 5     | 2.5               | 5.1                    | 2.17              | 1.02         | 8.81         |
| <b>Regla de política</b>                             |                |                                        |       |                   |                        |                   |              |              |
| Grado de inercia de la tasa de interés               | $\psi_i$       | <i>beta</i>                            | 0.85  | 0.1               | 0.91                   | 0.02              | 0.89         | 0.94         |
| Elasticidad de $i$ ante cambios en la inflación      | $\psi_\pi$     | <i>gamma</i>                           | 1.75  | 0.4               | 2.07                   | 0.31              | 1.53         | 2.58         |
| Elasticidad de $i$ ante cambios en el producto       | $\psi_y$       | <i>beta</i>                            | 0.05  | 0.03              | 0.01                   | 0                 | 0            | 0.01         |
| <b>Perturbaciones exógenas</b>                       |                |                                        |       |                   |                        |                   |              |              |
| Inercia shock de demanda externa                     | $\rho_{y^F}$   | <i>beta</i>                            | 0.7   | 0.2               | 0.85                   | 0.09              | 0.72         | 0.99         |
| Inercia shock a la tasa de interés externa           | $\rho_{i^F}$   | <i>beta</i>                            | 0.7   | 0.2               | 0.83                   | 0.06              | 0.73         | 0.92         |
| Inercia shock a la inflación externa                 | $\rho_{\pi^F}$ | <i>beta</i>                            | 0.7   | 0.2               | 0.26                   | 0.11              | 0.09         | 0.41         |
| Inercia shock a la oferta de trabajo                 | $\rho_\zeta$   | <i>beta</i>                            | 0.7   | 0.2               | 0.73                   | 0.1               | 0.61         | 0.86         |

Tabla 2: Valor de los parámetros calibrados del modelo

| Definición                                                | Parámetro         | Calibración |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| <b>Hogares</b>                                            |                   |             |
| Hábito en consumo                                         | $h$               | 0.5         |
| Elasticidad de sustitución entre bienes intermedios       | $\epsilon_H$      | 1.588       |
| Elasticidad de oferta de trabajo (familias optimizadoras) | $\gamma_{lO}$     | 0.319       |
| Elasticidad de oferta de trabajo (familias restringidas)  | $\gamma_{lR}$     | 0.8         |
| <b>Economía</b>                                           |                   |             |
| Proporción de exportaciones netas a PIB                   | $NX_Y$            | -0.115      |
| Proporción de remesas a PIB                               | $Rem_Y$           | 0.116       |
| Proporción de bienes domésticos a PIB                     | $Yh_Y$            | 0.9         |
| Proporción de consumo de familias restringidas a PIB      | $Cr_Y$            | 0.28        |
| Proporción de bienes importados en el consumo doméstico   | $\alpha$          | 0.2         |
| Proporción de familias restringidas                       | $\lambda$         | 0.5         |
| Tasa del producto en estado estacionario                  | $g_y$             | 0.0025      |
| Tasa de interés en estado estacionario                    | $i_{ss}$          | 0.0147      |
| Inflación externa en estado estacionario                  | $\pi^*$           | 0.0062      |
| Tasa de interés externa en estado estacionario            | $i^*$             | 0.0111      |
| Inercia shock de productividad                            | $\rho_a$          | 0.75        |
| Inercia shock a las exportaciones de commodities          | $\rho_{y_s}$      | 0.75        |
| Inercia shock a los precios de commodities                | $\rho_{p_{ss}^F}$ | 0.75        |

Tabla 3: Impacto promedio de los shocks sobre las variables observables (2005Q1-2011Q4)

|                     | Crecimiento promedio | $\epsilon_{zeta}$ | $\epsilon_{\pi}$ | $\epsilon_{\pi^*}$ | $\epsilon_{c^*}$ | $\epsilon_{a_H}$ | $\nu_m$ | $\epsilon_{x_S}$ | $\epsilon_{p_S^*}$ | $\nu_{rem}$ |
|---------------------|----------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|---------|------------------|--------------------|-------------|
| Inflación           | -0.1575              | -0.0269           | -0.0522          | -0.0026            | -0.0011          | 0.0429           | -0.1078 | -0.0344          | 0.0424             | -0.0179     |
| Producto            | -0.6918              | 1.135             | -0.2092          | -0.0375            | 0.0187           | -1.4752          | -0.1019 | -0.1559          | -0.0399            | 0.1743      |
| Tasa de interés     | -0.1149              | -0.1658           | -0.0359          | -0.0112            | 0.0038           | 0.1982           | 0.022   | -0.0797          | -0.0709            | 0.0247      |
| Tipo de cambio real | -4.3207              | 0.6828            | -0.8566          | -0.182             | -0.3656          | -0.9363          | -0.2485 | -1.4025          | -0.4053            | -0.6067     |
| Remesas             | 2.444                | -0.1524           | 0.0281           | 0.005              | 0.6823           | 0.198            | 0.0137  | 0.0209           | 0.0054             | 1.6429      |
| Exportaciones       | 1.6303               | 0.1298            | -0.139           | -0.0334            | 0.0194           | -0.1765          | -0.0317 | 2.075            | -0.1043            | -0.109      |

$\epsilon_{zeta}$ : Shock en la oferta de trabajo

$\epsilon_{\pi}$ : Shock en la tasa de interés externa

$\epsilon_{\pi^*}$ : Shock en la inflación externa

$\epsilon_{c^*}$ : Shock de demanda externa

$\epsilon_{a_H}$ : Shock de productividad

$\nu_m$ : Shock en la tasa de interés de política

$\epsilon_{x_S}$ : Shock en las exportaciones de commodities

$\epsilon_{p_S^*}$ : Shock en los precios de las exportaciones de commodities

$\nu_{rem}$ : Shock en las remesas

Tabla 4: Respuesta de la inflación y producto ante un impacto monetario, de remesas y de demanda externa bajo escenarios de baja y alta credibilidad de la política

| Tipo de <i>shock</i> y tiempo después del <i>shock</i> | Inflación         |                   | Producto          |                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                        | Baja Credibilidad | Alta Credibilidad | Baja Credibilidad | Alta Credibilidad |
| <b>A. Shock monetario</b>                              |                   |                   |                   |                   |
| Cero trimestres                                        | -4.761            | -2.287            | -6.082            | -3.015            |
| 4 trimestres                                           | -0.361            | -0.12             | -0.472            | -0.22             |
| 8 trimestres                                           | -0.074            | -0.034            | -0.54             | -0.251            |
| <b>B. Shock de remesas</b>                             |                   |                   |                   |                   |
| Cero trimestres                                        | 0.05              | 0.05              | 0.276             | 0.275             |
| 4 trimestres                                           | -0.008            | -0.006            | -0.008            | -0.008            |
| 8 trimestres                                           | 0                 | 0                 | -0.003            | -0.002            |
| <b>C. Shock demanda externa</b>                        |                   |                   |                   |                   |
| Cero trimestres                                        | 0.054             | 0.048             | 0.199             | 0.19              |
| 4 trimestres                                           | -0.017            | -0.013            | 0.005             | 0.005             |
| 8 trimestres                                           | -0.006            | -0.004            | -0.002            | -0.002            |

Todos los shocks corresponden a un 1 por ciento respecto al valor de estado estacionario. En estos escenarios el único parámetro que cambió con respecto a los mostrados en las tablas 1 y 2 es el  $\psi_x$ , la sensibilidad de la tasa de interés de política con respecto a la inflación.

Tabla 5: Respuestas de las inflación y producto ante un impacto monetario, de remesas y de demanda externa bajo distintos escenarios de la proporción familias no-ricardianas

| Tipo de shock y tiempo después del shock | Inflación                        |                              |                                 | Producto                         |                              |                                 |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                          | Optimizadoras ( $\lambda=0.01$ ) | Intermedio ( $\lambda=0.5$ ) | Restringidas ( $\lambda=0.75$ ) | Optimizadoras ( $\lambda=0.01$ ) | Intermedio ( $\lambda=0.5$ ) | Restringidas ( $\lambda=0.75$ ) |
| <b>A. Shock monetario</b>                |                                  |                              |                                 |                                  |                              |                                 |
| Cero trimestres                          | -1.839                           | -2.207                       | -2.833                          | -1.487                           | -2.916                       | -5.081                          |
| 4 trimestres                             | -0.117                           | -0.113                       | -0.121                          | 0.038                            | -0.212                       | -0.27                           |
| 8 trimestres                             | -0.014                           | -0.033                       | -0.059                          | -0.091                           | -0.242                       | -0.23                           |
| <b>B. Shock de remesas</b>               |                                  |                              |                                 |                                  |                              |                                 |
| Cero trimestres                          | -0.001                           | 0.05                         | 0.081                           | -0.007                           | 0.275                        | 0.368                           |
| 4 trimestres                             | -0.002                           | -0.006                       | -0.004                          | -0.004                           | -0.008                       | -0.002                          |
| 8 trimestres                             | 0                                | 0                            | 0                               | -0.002                           | -0.002                       | -0.001                          |
| <b>C. Shock demanda externa</b>          |                                  |                              |                                 |                                  |                              |                                 |
| Cero trimestres                          | 0.003                            | 0.047                        | 0.065                           | 0.004                            | 0.189                        | 0.223                           |
| 4 trimestres                             | -0.009                           | -0.013                       | -0.01                           | -0.018                           | 0.005                        | -0.001                          |
| 8 trimestres                             | -0.002                           | -0.004                       | -0.005                          | -0.011                           | -0.002                       | -0.007                          |

Todos los shocks corresponden a un 1 por ciento respecto al valor de estado estacionario. En estos escenarios el único parámetro que cambió con respecto a los mostrados en las tablas 1 y 2 es el  $\lambda$ , la proporción de hogares que enfrentan restricciones de liquidez en la economía.

Figura 1: Grado de ajuste del modelo a la inflación, producto y tasa de interés

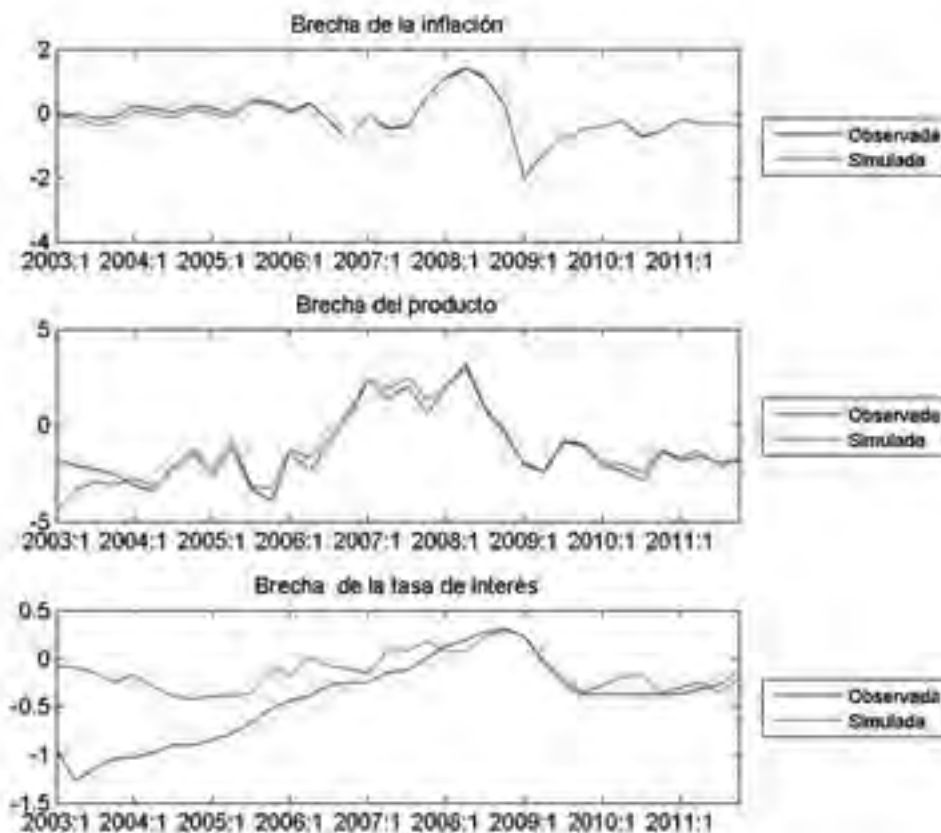


Figura 2: Grado de ajuste tipo de cambio, exportaciones y remesas

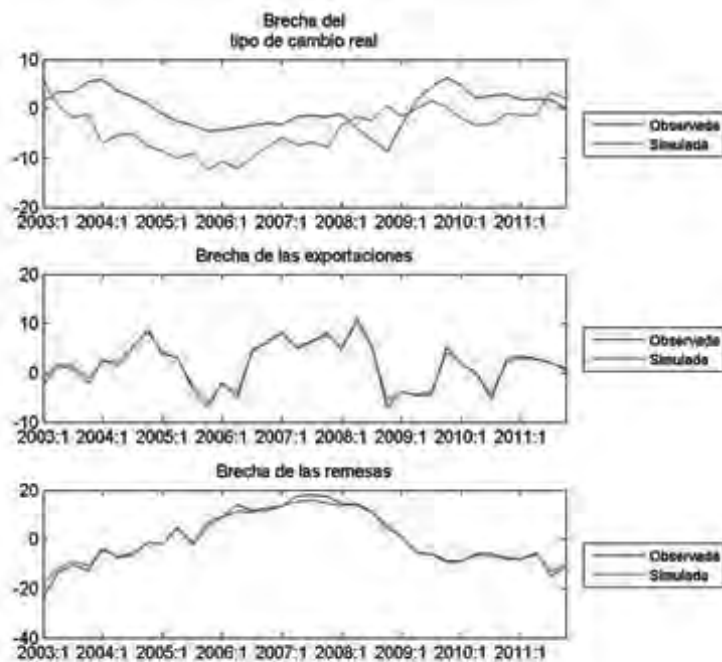


Figura 3: Grado de ajuste del modelo a la demanda externa, inflación externa

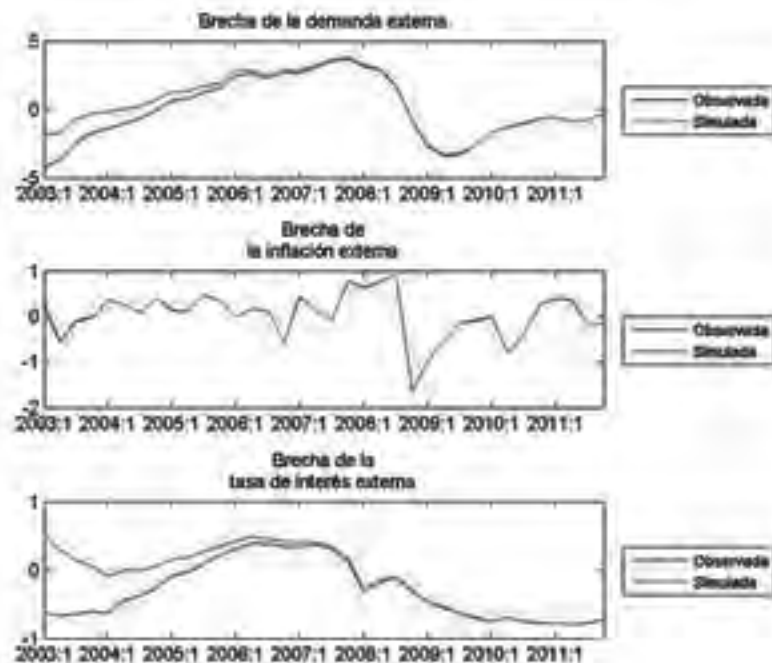




Figura 4: Análisis de varianza de la inflación

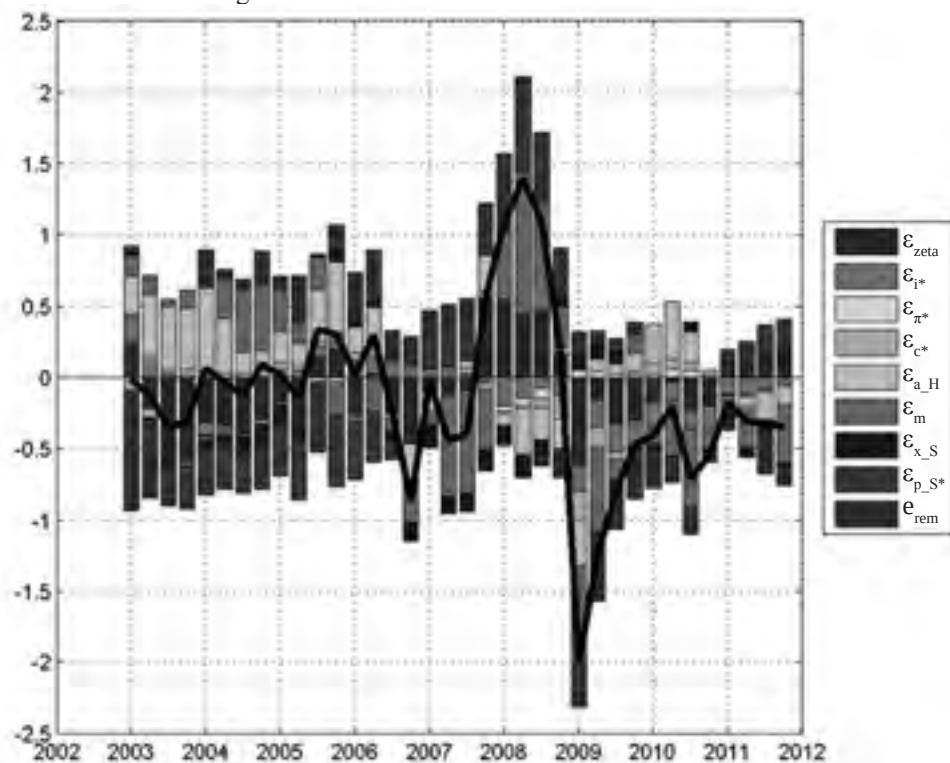


Figura 5: Análisis de varianza del producto

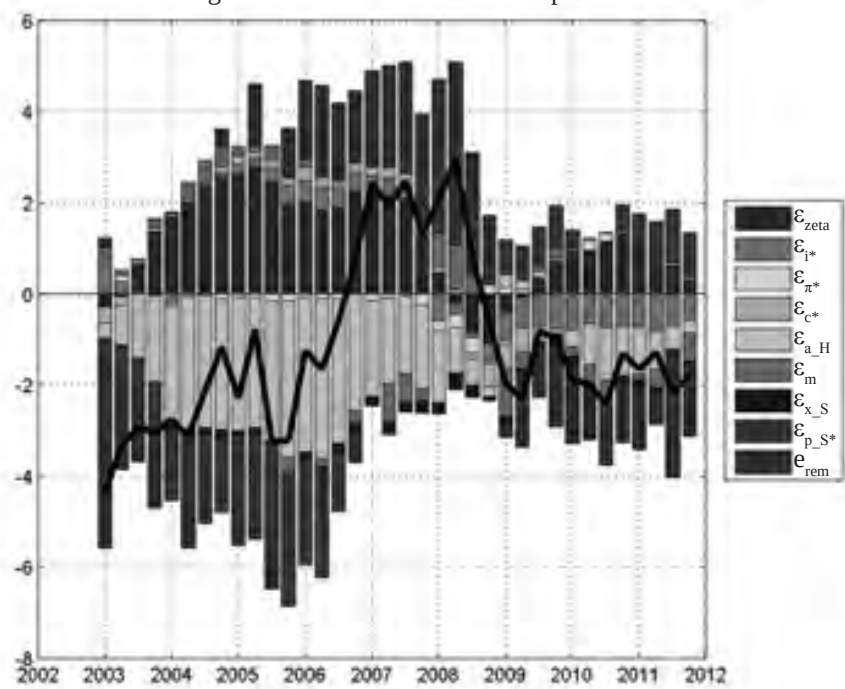


Figura 6: Análisis de varianza de la tasa de interés

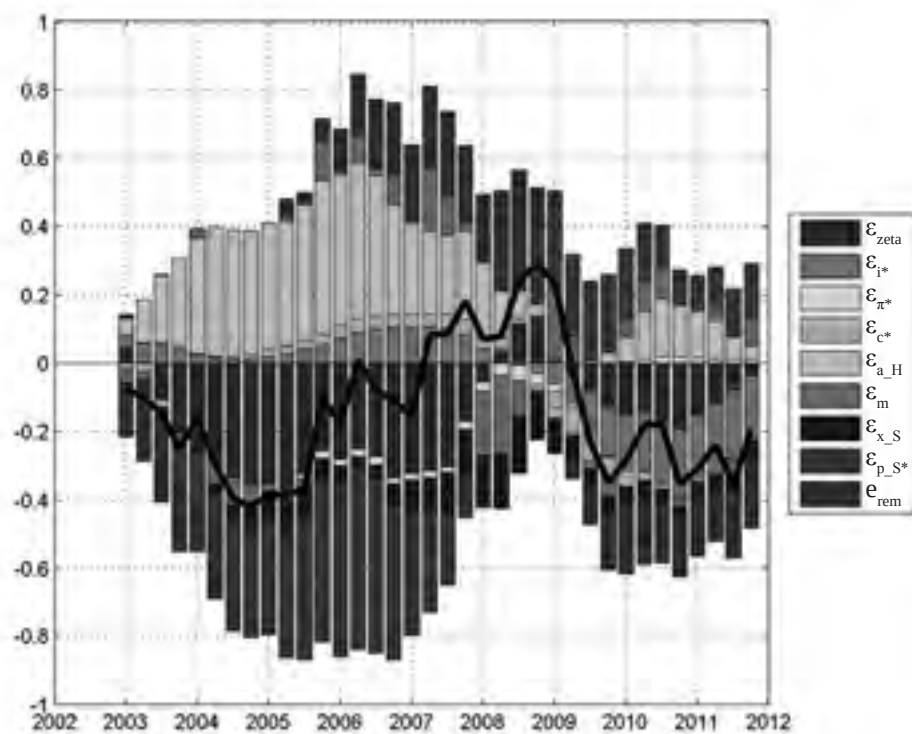


Figura 7: Análisis de varianza del tipo de cambio real

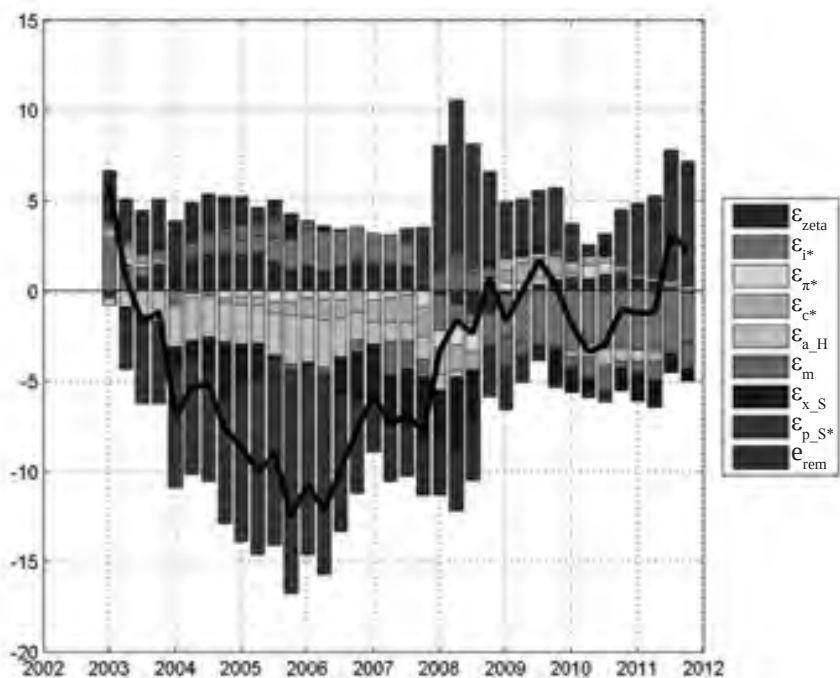


Figura 8: Análisis de varianza de las remesas

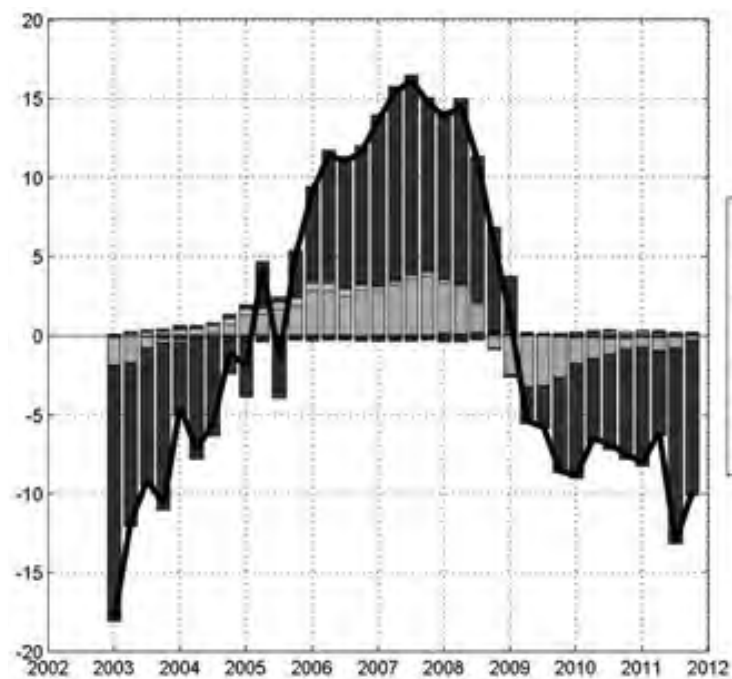


Figura 9: Análisis de varianza de las exportaciones

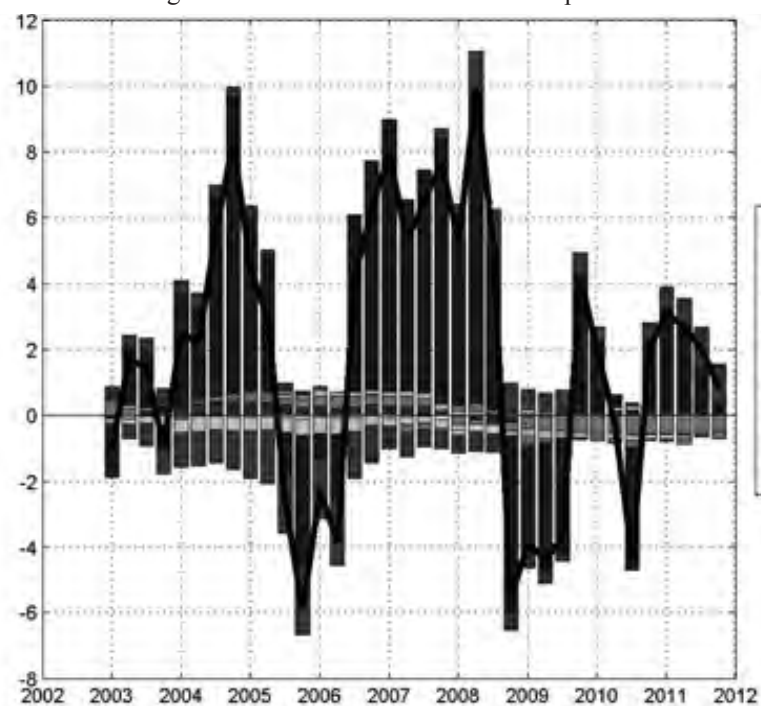


Figura 10: Funciones de impulso respuesta ante un shock de demanda externa para distintas proporciones de familias restringidas

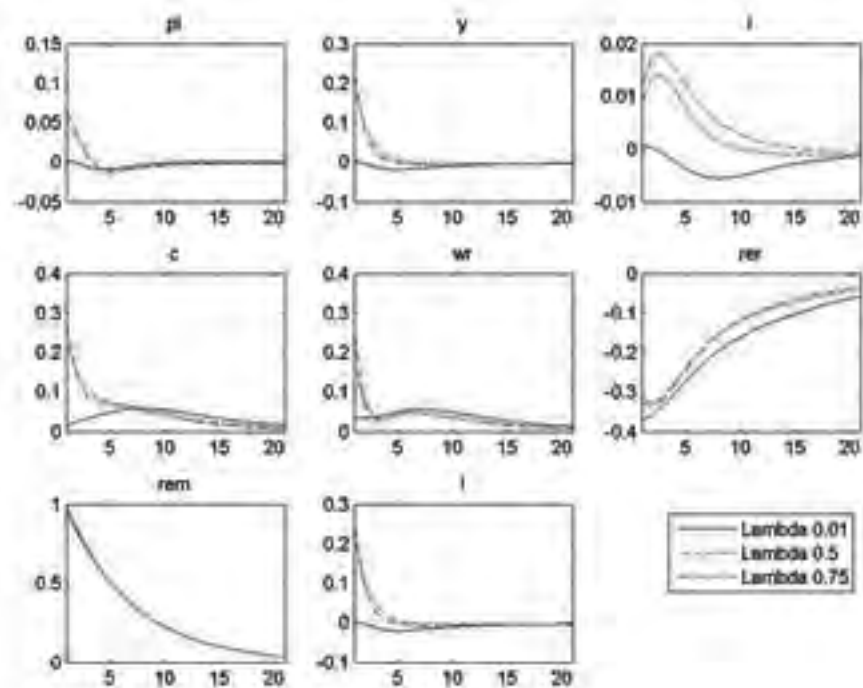


Figura 11: Funciones de impulso respuesta ante un shock de política monetaria para distintas proporciones de familias restringidas

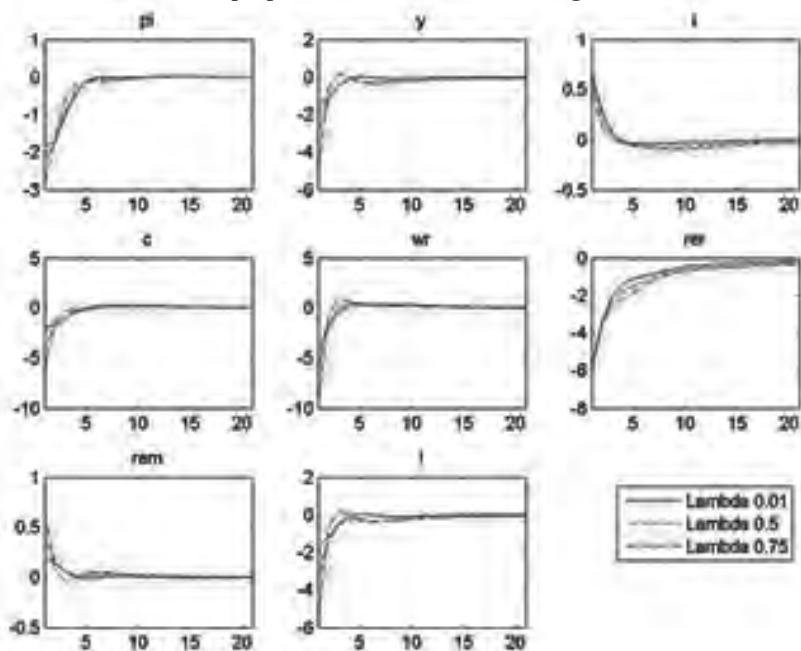




Figura 12: Funciones de impulso respuesta ante un shock de remesas para distintas proporciones de familias restringidas

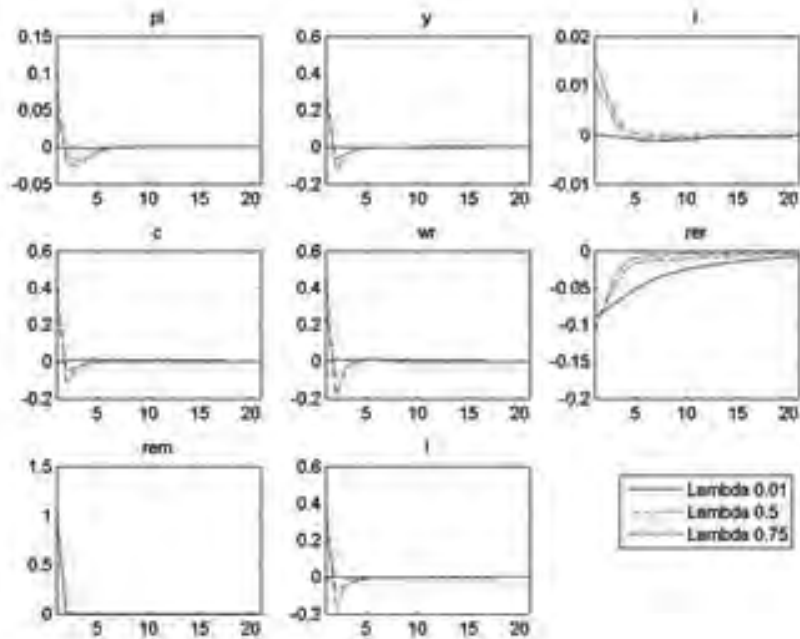


Figura 13: Funciones de impulso respuesta ante un shock de demanda externa para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria

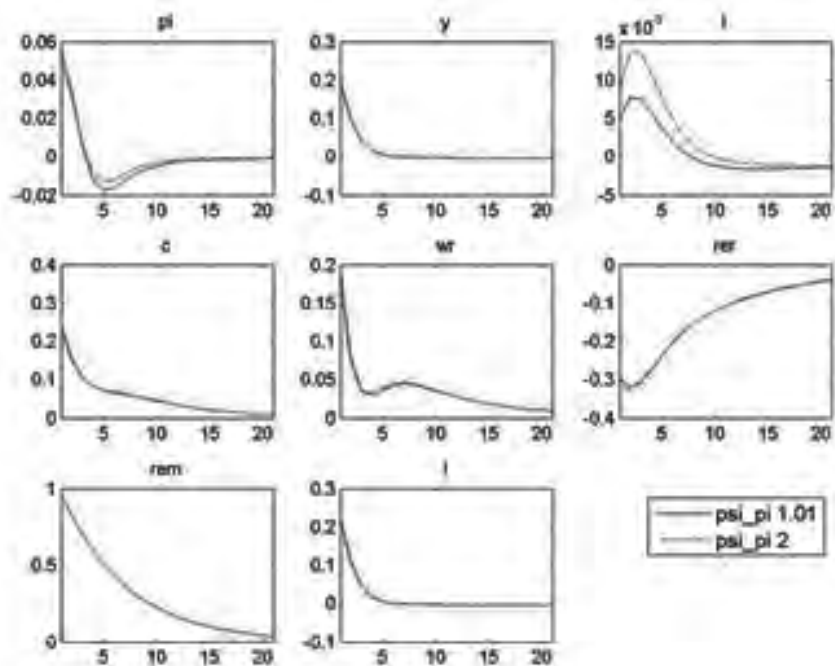


Figura 14: Funciones de impulso respuesta ante un shock de política monetaria para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria

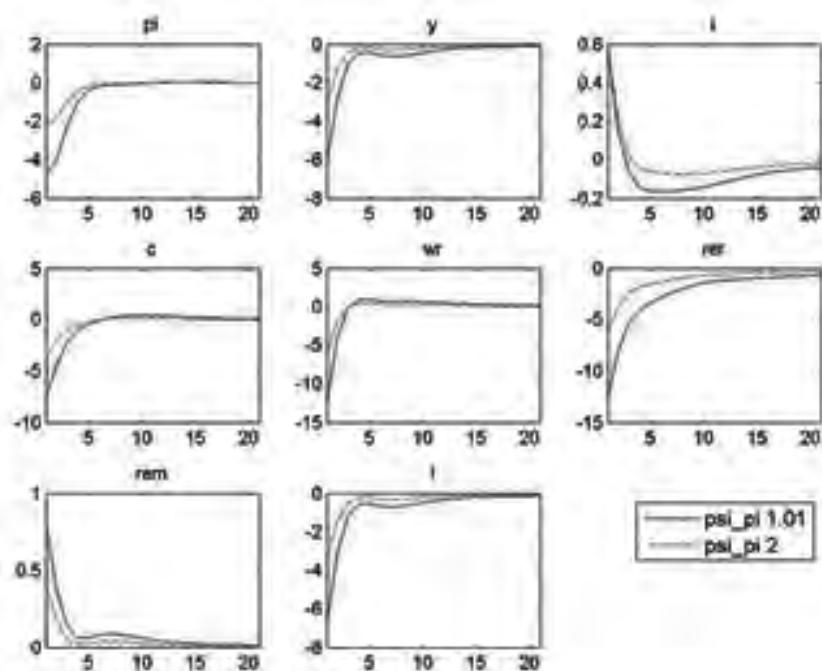
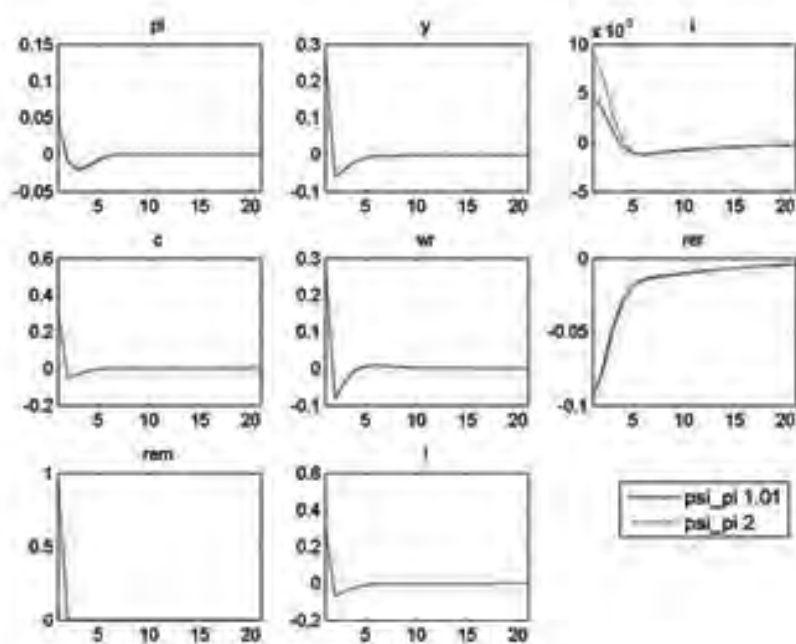


Figura 15: Funciones de impulso respuesta ante un shock de remesas para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria



**Anexo A: sistema de ecuaciones log-linearizado****A. 1 Ecuaciones Endógenas Linearizadas**

## 1. Precios relativos

$$(1-\alpha) \hat{p}_{r_{H,t}} + \alpha \hat{p}_{r_{F,t}} = 0$$

## 2. Demanda doméstica

$$\hat{c}_{H,t} = \hat{c}_t - \eta(\hat{p}_{r_{H,t}}) \quad (36)$$

## 3. Demanda de bienes importados

$$\hat{c}_{F,t} = \hat{c}_t - \eta(\hat{p}_{r_{F,t}}) \quad (37)$$

## 4. Consumo de familias optimizadoras (Curva IS)

$$\hat{c}_{o,t} = \frac{1}{(1+h)} E_t [\hat{c}_{o,t+1}] + \frac{h}{(1+h)} \hat{c}_{o,t-1} - \frac{(1-h)}{(1+h)} (\hat{i}_t - E_t [\hat{\pi}_{t+1}]) \quad (38)$$

## 5. Consumo de familias con restricciones de liquidez

$$\hat{c}_r = \frac{WL}{Y} \frac{Y}{C} (\hat{w}_{r,t} + \hat{i}_t) + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{C} \frac{\lambda_{rem}}{\lambda} (\hat{r}_{e,t} + \hat{r}_{e,t}) \quad (39)$$

donde. 
$$\frac{WL}{Y} = \frac{\xi_H - 1}{\xi_H} \frac{Y_H}{Y}$$

## 6. Consumo total

$$\hat{c}_t = (1-\lambda) \hat{c}_{o,t} + \lambda \hat{c}_{r,t} \quad (40)$$

## 7. Tipo de cambio nominal

$$\Delta \hat{e}_t = \hat{r}_{e,t} - \hat{r}_{e,t-1} - \hat{\pi}_t^* + \hat{\pi}_t \quad (41)$$

## 8. Paridad no cubierta de la tasa de interés

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^* + \Delta \hat{e}_{t+1} + \rho(\hat{r}_{e,t} + \hat{b}_t^* - \hat{p}_{r_{x,t}} - \hat{x}_t) \quad (42)$$

## 9. Oferta laboral de familias optimizadoras

$$-Lo^{\gamma_{lo}+1} (h(\hat{c}_{o,t-1}) - h(\hat{c}_{o,t})) = \frac{WLo}{Y} \frac{Y}{Co} (\hat{w}_{r,t} - \hat{zeta}_t - \gamma_{lo} \hat{lo} - \hat{c}_{o,t}) \quad (43)$$

## 10. Oferta laboral de familias con restricciones de liquidez

$$\gamma_{lr} (\hat{l}_r) = \hat{w}_{r,t} - \hat{c}_{r,t} - \hat{zeta}_t \quad (44)$$

## 11. Oferta laboral total

$$\hat{l}_t = (1-\lambda) \hat{lo}_t + \lambda \hat{l}_{r,t} \quad (45)$$

## 12. Consumo externo

$$\hat{c}_{H,t}^* = \hat{c}_t^* - \eta_F (\hat{p}_{r_{H,t}} - \hat{p}_{e,t}) \quad (46)$$

## 13. Curva de Phillips precios domésticos

$$\hat{\pi}_{H,t} = \frac{\hat{\beta}}{1 + \hat{\beta} \xi_H} E_t [\hat{\pi}_{H,t+1}] + \frac{\xi_H}{1 + \hat{\beta} \xi_H} \hat{\pi}_{H,t-1} + (1-\phi) \frac{(1-\hat{\beta}\phi)}{\phi(1 + \hat{\beta} \xi_H)} (\hat{w}_{r,t} - \hat{p}_{r_{H,t}} - \hat{a}_{H,t}) \quad (47)$$

## 14. Curva de Phillips bienes importados

$$\hat{\pi}_{F,t}^* = \frac{\hat{\beta}}{1 + \hat{\beta} \xi_F} E_t [\hat{\pi}_{F,t+1}^*] + \frac{\xi_F}{1 + \hat{\beta} \xi_F} \hat{\pi}_{F,t-1}^* + (1-\phi_F) \frac{(1-\hat{\beta}\phi_F)}{\phi_F(1 + \hat{\beta} \xi_F)} (\hat{r}_{e,t} - \hat{p}_{r_{F,t}}) \quad (48)$$

## 15. Regla de política monetaria (Taylor modificada)

$$\hat{i}_t = \psi_i \hat{i}_{t-1} + (1-\psi_i) (\psi_{pi} \hat{\pi}_t + \psi_y \hat{y}_t) + v_t^m \quad (49)$$

## 16. Oferta doméstica

$$\hat{a}_{H,t} + \hat{l}_t = \frac{C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t} + \left[ 1 - \frac{C_H}{Y_H} \right] \hat{c}_{H,t}^* \quad (50)$$

## 17. Producto por el lado del gasto

$$\hat{y}_t = \left[ 1 - \frac{NX}{Y} \right] \hat{c}_t + \frac{C_H^*}{Y} \hat{c}_{H,t}^* + \left[ \frac{X}{Y} - \frac{C_H^*}{Y} \right] \hat{y}_{s,t} - \alpha \left[ 1 - \frac{NX}{Y} \right] \hat{c}_{F,t} \quad (51)$$

## 18. Dinámica de las exportaciones

$$\hat{p}_{r_{x,t}} + \hat{x}_t = \left[ \frac{C_H^*}{X} \right] (\hat{p}_{r_{H,t}} + \hat{c}_{H,t}^*) + \left[ 1 - \frac{C_H^*}{X} \right] (\hat{r}_{e,t} + \hat{p}_{r_{s,t}}^* + \hat{y}_{s,t}) \quad (52)$$

## 19. Composición de las exportaciones

$$\hat{x}_t = \left[ \frac{C_H^*}{X} \right] \hat{c}_{H,t}^* + \left[ 1 - \frac{C_H^*}{X} \right] \hat{y}_{s,t} \quad (53)$$

## 20. Precios relativos de los bienes domésticos

$$\hat{p}_{r_{H,t}} = \hat{p}_{r_{H,t-1}} + \hat{\pi}_{H,t} - \hat{\pi}_t \quad (54)$$

## 21. Precios relativos de los bienes importados

$$\hat{p}_{r_{F,t}} = \hat{p}_{r_{F,t-1}} + \hat{\pi}_{F,t} - \hat{\pi}_t \quad (55)$$

22. Posición externa neta de la economía

$$\begin{aligned} \frac{1-\rho}{(1+i^*)\theta^{ss}} \hat{b}_t^* = & \left[ \frac{1}{(1+\pi^*)(1+g_y)} - \frac{1-\rho}{(1+i^*)\theta^{ss}} - \frac{M}{Y} \frac{Y}{eB^*} + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{eB^*} \right] \hat{r}_{et} \\ & + \frac{1}{(1+i^*)\theta^{ss}} \hat{i}_t^* + \frac{1}{(1+\pi^*)(1+g_y)} \hat{b}_{t-1}^* - \frac{1}{(1+\pi^*)(1+g_y)} \hat{\pi}_t^* + \\ & \left( \frac{X}{Y} \frac{Y}{eB^*} - \frac{\rho}{(1+\pi^*)\theta^{ss}} \right) (\hat{p}_{r_{x,t}} + \hat{x}_t) - \frac{M}{Y} \frac{Y}{eB^*} \hat{c}_{f,t} + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{eB^*} \hat{r}_{em,t} \end{aligned} \quad (56)$$

23. Remesas

$$\hat{r}_{em,t} = \theta_F (\hat{c}_t^*) - \theta (\hat{y}_t) + v_{rem,t}; \quad (57)$$

**A.2 Variables exógenas**

1. Shock de oferta laboral

$$\hat{\xi}_t = \rho_{\xi} \hat{\xi}_{t-1} + \varepsilon_{\xi} \quad (58)$$

2. Tasa de interés externa

$$\hat{i}_t = \rho_{i^*} \hat{i}_{t-1} + \varepsilon_{i^*} \quad (59)$$

3. Inflación externa

$$\hat{\pi}_t^* = \rho_{\pi^*} \hat{\pi}_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi^*} \quad (60)$$

4. Demanda externa total

$$\hat{c}_t^* = \rho_{y^*} \hat{c}_{t-1}^* + \varepsilon_c^* \quad (61)$$

5. Shock de productividad

$$\hat{\alpha}_{H,t} = \rho_{\alpha} \hat{\alpha}_{H,t-1} + \varepsilon_{\alpha_H} \quad (62)$$

6. Exportaciones de commodities

$$\hat{y}_{S,t} = \rho_{ys} \hat{y}_{S,t-1} + \varepsilon_{x_s} \quad (63)$$

7. Precios relativos de los commodities

$$\hat{p}_{r_{s,t}}^* = \rho_{prs^*} \hat{p}_{r_{s,t-1}}^* + \varepsilon_{ps^*} \quad (64)$$

8. Shock de política monetaria

$$\hat{v}_{m,t} = v_{m,t} \quad (65)$$

**Anexo B: lista de parámetros estimados**

El vector de parámetros estimados contiene los siguientes parámetros:

1. : h: Hábitos en consumo.
2. :  $\sigma_L$  inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo respecto al salario real.
3. :  $\eta$  Elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados.
4. :  $\eta^*$  Elasticidad de sustitución de la demanda externa.
5. :  $\sigma_C$  Elasticidad intertemporal del consumo.
6. :  $\lambda$  Proporción de familias restringidas a consumir el total de su ingreso.
7. :  $\lambda_{rem}$  Proporción de familias que reciben remesas y que enfrentan restricciones de liquidez.
8. :  $\rho$  Prima de riesgo.
9. :  $\phi_H$  Probabilidad de no reoptimizar los precios domésticos.
10. :  $\phi_L$  Probabilidad de no reoptimizar el salario.
11. :  $\phi_F$  Probabilidad de no reoptimizar los precios domésticos dado los precios importados.
12. :  $\xi_L$  Grado de indexación de los salarios a la inflación pasada.
13. :  $\xi_H$  Grado de indexación del componente doméstico de la inflación total.
14. :  $\xi_F$  Grado de indexación del componente importado de la inflación total.
15. :  $\varepsilon_H$  Elasticidad de sustitución entre bienes intermedios.
16. :  $\varepsilon_L$  Elasticidad de sustitución entre tipos de trabajo.
17. :  $\varepsilon_F$  Elasticidad de sustitución entre bienes importados.
18. :  $\psi_i$  Grado de inercia de la tasa de interés.
19. :  $\psi_{pi}$  Elasticidad de la tasa de interés ante cambios en la inflación.
20. :  $\psi_y$  Elasticidad de la tasa de interés ante cambios en el producto.
21. :  $\psi_{de}$  Elasticidad de la tasa de interés ante variaciones en el tipo de cambio.
22. :  $\rho_{\alpha}$  Inercia ante un shock de productividad.
23. :  $\rho_{ys}$  Inercia ante un shock en las exportaciones de commodities.
24. :  $\rho_{y^*}$  Inercia ante un shock de demanda externa.
25. :  $\rho_{i^*}$  Inercia ante un shock en la tasa de interés externa.
26. :  $\rho_{\pi^*}$  Inercia ante un shock en la inflación externa.
27. :  $\rho_{\xi}$  Inercia ante un shock en la oferta de trabajo.
28. :  $\rho_{prs^*}$  Inercia ante un shock en los precios de las exportaciones de commodities.
29. :  $\rho_{rem}$  Inercia ante un shock en las remesas.



# Incorporando a la estructura de metas explícitas de inflación el concepto de estabilidad financiera

*Oscar Gustavo Solís Lemus*

## Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta de un modelo macroeconómico semiestructural, el cual incorpora un concepto de estabilidad financiera dentro de la función de reacción del banco central. Este modelo está diseñado para una economía pequeña y abierta en la cual se incluye un sector fiscal. El modelo se basa en las ideas desarrolladas por Burcu Aydin and Engin Volkan (2011) en donde incluyen dentro de la función de reacción de la banca central una variable que representa la estabilidad financiera. Para lo cual se utiliza el concepto de fragilidad financiera propuesto por Goodhart, Tsomocos, Sunirand (2003). Según dichos autores, inestabilidad financiera está caracterizada por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos; sin embargo, el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera. Se trata de modelar los beneficios de los bancos, el incumplimiento de los agentes, integrarlos y con ello se trata de establecer alguna aproximación a la que se denomina estabilidad financiera desde el concepto de dichos autores con el fin de integrarlo al modelo mencionado.

## 1. Introducción

El objetivo de la mayoría de bancos centrales es el de mantener una inflación baja y estable, pero es en las instituciones que adoptan el esquema de metas explícitas de inflación como marco operativo de política monetaria que se persigue dicho objetivo con mayor preeminencia y

determinación. El esquema monetario de metas explícitas de inflación constituye el marco de referencia para que la política monetaria alcance en forma eficaz la estabilidad en el nivel general de precios, en un ambiente de flexibilidad cambiaria acorde a las mejores prácticas en política monetaria a nivel mundial. En efecto, desde inicios de los años noventa, varios países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos –primero, Nueva Zelandia; luego, Canadá, Israel, el Reino Unido, Australia, Finlandia, España y Suecia– adoptaron metas de inflación explícitas como estrategia para la conducción de la política monetaria. Después de dos décadas la evidencia internacional indica que los bancos centrales que adoptaron dicho esquema de política monetaria tuvieron éxito en fijar y alcanzar sus metas de inflación, anclar las expectativas de los agentes económicos y propiciar las condiciones para el crecimiento económico estable y sostenible a largo plazo, y la evidencia empírica así lo demuestra. Sin embargo, existe en el ambiente académico cierta tendencia a reflexionar si es posible mejorar dicho esquema monetario, y no solo en la conducción de la política monetaria, sino mejorar dicho esquema en situaciones de crisis económica y financiera como la que aún están atravesando muchos países en la actualidad.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un modelo macroeconómico semiestructural el cual incorpore una variable que represente la estabilidad financiera a nivel agregado y que la misma sea utilizada dentro de la función de reacción de la política monetaria con el fin de que el banco central tome en cuenta los movimientos de la misma y en caso de ser necesario que reaccione en

caso de un shock adverso. Para ello se debe de trabajar en una medida o métrica que represente a la estabilidad financiera, que la misma pueda ser incorporada a los modelos macroeconómicos existentes, que dicha métrica sea en la medida de lo posible de fácil construcción, que sea intuitiva en su comprensión para que sea aceptada en el ámbito económico, así como que ayude en el análisis y en la discusión de la estabilidad financiera, todos ellos retos enormes pero que es necesario afrontar. Se reconoce que tanto la política monetaria como la política de supervisión financiera tienen objetivos distintos, pero su ámbito de acción y sus mecanismos de operación están basados en el sistema financiero, por lo cual, llegada la circunstancia, la política monetaria no puede ser ajena a su entorno. El modelo presentado en este documento utiliza la conceptualización de estabilidad financiera propuesta por Goodhart, Tsomocos y Sunirand (2003), en el cual se establece que *inestabilidad financiera* está caracterizada por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos (que en este documento es sinónimo de mora bancaria), pero que el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera, por lo que el reto es tratar de modelar los beneficios de los bancos, el incumplimiento de los agentes, integrarlos y con ello tratar de establecer alguna aproximación a la que se denomina estabilidad financiera y que esta sea incorporada a la función de reacción de política monetaria tal como sugieren Aydin y Volkan. Este trabajo es una primera aproximación a este objetivo por medio de variables macroeconómicas.

## 2. Aspectos teóricos

La relación entre el marco operativo de política monetaria denominado metas explícitas de inflación y estabilidad financiera parecen dos conceptos que tienen poca relación entre sí, pero que en realidad están íntimamente ligados. Según Bernanke (2008), sin la estabilidad financiera los mecanismos de transmisión, por los cuales actúa la política monetaria, estarían cortados (refiriéndose a los efectos de la crisis financiera y la necesidad de salvar al sistema financiero). Según Bernanke (2011), el objetivo a mediano plazo del marco operativo de *metas explícitas de inflación flexible* ofrece a los bancos centrales margen de maniobra para amortiguar los efectos que la crisis financiera pueda tener sobre la producción y el empleo al enfrentar los cambios en la inflación como transitorios.

Sin embargo, Svensson (2011) manifiesta que la política monetaria debe centrarse en la estabilidad de precios y que la política de supervisión financiera debe de enfocarse en la estabilidad del sistema financiero y que, por tanto, es un error conceptual que un banco central haga funciones de estabilidad financiera, siendo su función principal el mantener una inflación baja y estable (refiriéndose a bancos centrales con metas explícitas de inflación). La política monetaria y específicamente sus instrumentos de política monetaria y en especial la tasa de interés de política monetaria es un instrumento “muy romo” o poco adecuado para realizar tareas de estabilidad financiera, agrega Svensson.

Sin embargo, autores que al inicio de la crisis eran de la línea de Svensson, posteriormente hacen ciertos acercamientos teóricos al respecto, tales como Woodford (2011a.) que en posteriores trabajos<sup>1</sup> defiende la necesidad de replantear la forma en que se analiza la estabilidad financiera dentro del marco de la macroeconomía. Adicionalmente, en otros documentos de Woodford (2011b), dicho autor construye un modelo de equilibrio general dinámico estocástico en donde incluye dentro de la función de reacción de la política monetaria una variable que él le denomina *z*, la cual captura las pérdidas de riqueza derivadas de una crisis financiera y que ante el incremento de dichas pérdidas y dado cierto umbral el banco central debe de reaccionar. De igual manera, Aydin y Volkan (2011) desarrollan un trabajo en donde prueban diversas funciones de reacciones, las cuales incluyen una variable que representa la estabilidad financiera dentro del modelo, dichos autores lo llaman *Inflation targeting incorporating financial stability (ITFS)*. El WEO (World Economic Outlook) del FMI en 2009 menciona que los bancos centrales no deben de reaccionar automáticamente a cambios en los activos financieros pero deben de tomarlos en cuenta para el momento en que deban de responder. Así mismo, indica que la mayoría de bancos centrales del mundo han usado políticas convencionales y no convencionales para apoyar al sistema financiero y preservar su estabilidad (p. 6, *Policies Fail to Gain Traction*; WEO).

Este trabajo tiene la postura que el banco central con marcos operativos de metas explícitas de inflación debe

<sup>1</sup> Why a new framework for macroeconomic analysis is needed?, Journal of Economic Perspectives, Fall 2010 y en *Inflation targeting and financial stability*, Columbia University, 2011.

de centrarse en su objetivo principal, que es la estabilidad precios y específicamente su meta de inflación, tal como lo menciona Svensson, pero complementar a las entidades supervisoras en el monitoreo de la estabilidad del sistema financiero, tal como lo hacen diversos bancos centrales desde ya con sus reportes de estabilidad financiera (en caso el banco central no fuera el responsable también de la supervisión financiera como ocurre en algunos países) con herramientas de análisis macroeconómico incorporando el sistema financiero a nivel agregado y de emitir alertas respecto a su funcionamiento (como en su informe de estabilidad financiera) y si fuera el caso, tomar las medidas necesarias para acomodar la política monetaria ante un shock adverso o negativo en el sistema financiero como ocurrió en la mayoría de países desarrollados durante la crisis de 2008 (y que continúa hasta la fecha), pero para ello es necesario contar con herramientas y métricas de dicha estabilidad financiera dentro de los modelos utilizados, ya que de lo contrario el banco central y sus modelos macroeconómicos no tendrán elementos de análisis, discusión, simulación y de advertencia ante otra crisis financiera, y que es para lo que se utilizan los modelos macroeconómicos.

### **3. Estabilidad financiera bajo un marco de metas explícitas de inflación**

#### **3.1. ¿Qué es la estabilidad financiera?**

Durante la última década, salvaguardar la estabilidad financiera se ha convertido en un objetivo de política económica cada vez más prioritario. Muchos bancos centrales y varias instituciones financieras (incluidos el FMI, el Banco Mundial y el Banco de Pagos Internacionales) publican informes periódicos de estabilidad financiera dada su importancia. Según el Informe de Estabilidad Financiera del FMI: “una situación de estabilidad financiera podría definirse como aquella en la que el sistema monetario y financiero opera de forma fluida y eficiente”. En una economía esto supone que, sin sobresaltos, el Banco Central transmite los efectos de su política monetaria y las entidades de crédito distribuyen los fondos que reciben de los ahorradores entre los demandantes de recursos y además atienden con normalidad los servicios bancarios que proveen a su clientela (Banco de España, 2009). Según Schinasi (2005), estabilidad financiera significa más que la simple ausencia de crisis. Se puede considerar que un sistema financiero es

estable si: 1) facilita la asignación eficaz de los recursos económicos, tanto geográficamente como en el tiempo, así como otros procesos financieros y económicos (como ahorro e inversión, préstamo y endeudamiento, creación y distribución de liquidez, fijación del precio de los activos y, en última instancia, acumulación de riqueza y crecimiento de la producción); 2) evalúa, valora, asigna y gestiona los riesgos financieros, y 3) mantiene su capacidad para desempeñar estas funciones esenciales, incluso cuando se enfrenta a shocks externos o a un aumento de los desequilibrios. Según dicho autor, dado que el sistema financiero contiene una serie de componentes diferentes pero interrelacionados, tales como infraestructura (sistemas legales, de pagos, de liquidación y contables), instituciones (bancos, sociedades de valores, inversionistas institucionales) y mercados (bursátiles, de bonos, de dinero y de derivados), la alteración de uno de estos componentes podría debilitar la estabilidad de todo el sistema.

#### **3.2. ¿Por qué es importante para un banco central la estabilidad financiera?**

El sistema financiero es el mecanismo por el cual se transmiten los mecanismos de transmisión de la política monetaria, por lo que es deseable que el mismo funcione eficientemente. El banco central actúa desde diversos ámbitos en el sistema financiero, desde la fijación de tasas de encaje a los bancos, administrador del sistema de pagos, colocación de sus instrumentos de operación de mercado abierto, intervenciones en el mercado cambiario (que funciona en el sistema financiero), transmisión de los movimientos de la tasa de política monetaria a las tasas de mercado, entre otros. Si bien muchos bancos centrales no tienen funciones de supervisión, si tienen funciones de control y vigilancia del sistema financiero, de allí que se emitan sendos documentos sobre estabilidad financiera en forma semestral en la mayoría de bancos centrales. Como ya se mencionó, autores con Svensson (2011) están totalmente en contra de que el banco central tenga dentro de su ámbito temas de supervisión ya que como lo indican la política monetaria debe enfocarse en la estabilidad de precios, y la política prudencial y de supervisión debe enfocarse en la estabilidad del sistema financiero. Sin embargo, el banco central debe acompañar a las entidades supervisoras en el monitoreo de la estabilidad del sistema financiero (en caso el banco central no fuera el responsable también de la supervisión financiera como

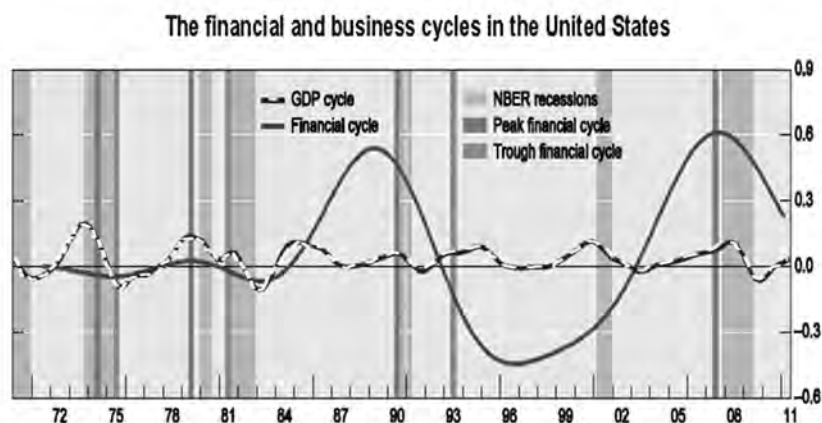
ocurre en algunos países) y de emitir alertas respecto a su funcionamiento y, si fuera el caso, tomar las medidas necesarias para acomodar la política monetaria ante un shock negativo en el sistema financiero como ocurrió en la mayoría de países desarrollados durante la crisis de 2008 a la fecha (véase minutas de la Reserva Federal, Banco de Inglaterra, Banco Central Europeo, Banco de Japón, Banco de Corea). Mervyn King señaló en 2009: "El Banco de Inglaterra se encuentra en una posición más bien como el párroco de una iglesia cuya congregación asiste a las misas de bodas y entierros, pero ignora los sermones en la mitad de la misa y no está del todo claro cómo el BOE podrá cumplir con su responsabilidad legal de nuevo si no podemos hacer nada más que dar sermones u organizar entierros" (hablando sobre los mensajes de alerta que emitió dicha institución y la necesidad de que el BOE tenga facultades de supervisor financiero).

### 3.3. ¿Hay alguna medida que represente la "estabilidad financiera"? y si existe, ¿tiene ciclos medibles?

Según Goodhart, Tsomocos y Sunirand (2006): "inestabilidad financiera" está caracterizada por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos (que en este documento es sinónimo de mora bancaria), pero que el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera, por lo que el reto es tratar de modelar los beneficios de los bancos, el incumplimiento de los agentes, integrarlos y con ello tratar de establecer alguna aproximación a la que se denomina

estabilidad financiera. Woodford (2011b) incluye en la función de reacción de política monetaria una variable  $\Omega_t$  que mide la brecha entre la utilidad marginal entre los ahorradores y prestatarios debido a fricciones en el crédito, un valor alto de  $\Omega_t$  significa que la utilidad marginal de los prestatarios excede el de los ahorradores en mayor medida, lo que significa que el gasto de los prestatarios es ineficiente, lo que provocaría cierto nivel de inestabilidad financiera. Aydin y Volkan (2011) incorporan a la función de reacción de política monetaria la "prima de riesgo no financiero del sector" en su regla monetaria. Esto es un indicador de riesgo que aumenta con el incremento en el apalancamiento del sector financiero. Este indicador es particularmente importante, ya que el exceso de apalancamiento de los hogares y las empresas puede fácilmente ser amplificado por un choque inesperado y como resultado de una grave recesión económica. Una segunda regla que prueban es incorporar una "prima de riesgo financiero del sector" en su regla monetaria. Este es un indicador para capturar el grado de apalancamiento en moneda extranjera en el sector bancario, que es el talón de Aquiles de muchas economías con mercados emergentes frente a una crisis de liquidez externa, como la experimentada durante la crisis financiera global. Por otra parte, según Borio (2011), el comportamiento del sistema financiero tiene ciclos, los cuales son medibles (aunque indica que no hay un consenso conceptual para definir ciclo financiero). Según dicho autor, el ciclo financiero es de frecuencia más baja que el ciclo económico tradicional (Drehmann et al (2012)).

Gráfica 1

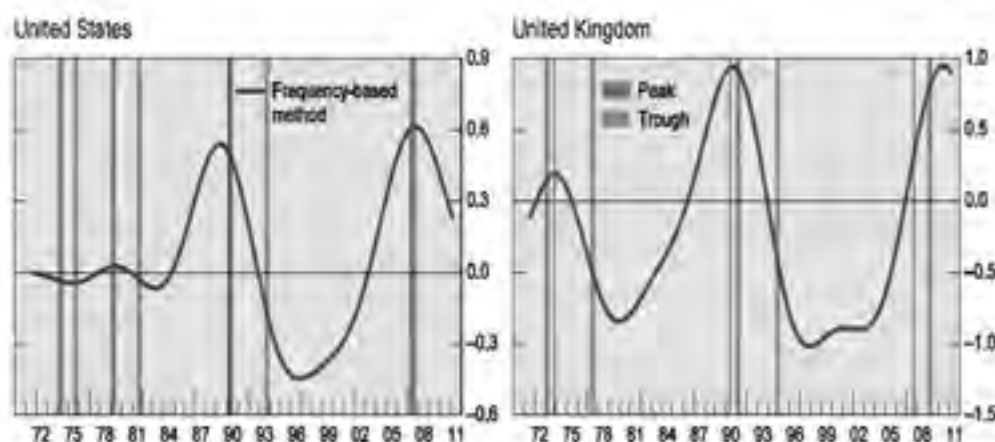


Como tradicionalmente se mide, el ciclo económico implica frecuencias de 1 a 8 años: este es el rango que dan los filtros de estadística cuando se trata de distinguir los componentes del ciclo y la tendencia en el PIB. Por el contrario, la duración media del ciclo financiero en una muestra de siete países industrializados, desde la década de 1960, ha sido de alrededor de 16 años. La gráfica 1, tomada de Drehmann et al (2012), ilustra este punto para los Estados Unidos. La línea oscura de ondas más largas sigue el ciclo financiero obtenido por la combinación de crédito y de los precios inmobiliarios y la aplicación de un filtro estadístico que proporciona las frecuencias comprendidas entre los 8 y 30 años. La línea discontinua de ondas más cortas mide el ciclo económico en el PIB resultante de aplicar el filtro correspondiente para frecuencias de hasta 8 años, como se hace normalmente. Claramente, el ciclo financiero es mucho más largo y tiene una amplitud mucho mayor. La mayor longitud del ciclo financiero surge también cuando se mide sobre la base del enfoque de Burns (1946) y Mitchell de punto de inflexión, refinado por Harding y Pagan (2006). La barra color gris oscuro (picos) y barras grises claras (depresiones) indican que la longitud es similar a la estimada a través de filtros estadísticos, y los picos y valles son muy parecidas a las obtenidas con la misma.

### 3.4. ¿Están los picos de auges y caídas relacionados con las crisis financieras?

Los picos en el ciclo financiero están estrechamente relacionados con las crisis bancarias sistémicas. Según Borio (2011), en una muestra de siete países industrializados se ha señalado que todas las crisis financieras con origen interno (es decir, aquellas que no provienen de las pérdidas de exposiciones transfronterizas) ocurren en, o cerca de, el pico del ciclo económico. Y las crisis financieras que se producen fuera de los picos de los ciclos financieros nacionales reflejan pérdidas en las exposiciones a mercados financieros extranjeros de tales ciclos. Ejemplos típicos son las restricciones bancarias en Alemania y Suiza recientemente. Por el contrario, la mayoría de picos de ciclos financieros coinciden con las crisis financieras. De hecho, sólo hay tres casos antes de 1985 en los cuales el pico no estaba cerca de una crisis, y en todos ellos el sistema financiero estuvo bajo un estrés considerable (Alemania en la década de 2000, Australia y Noruega en 2008/2009). La gráfica 2, tomada de nuevo de Drehmann et al (2012), ilustra este punto para Estados Unidos y Reino Unido. Las barras negras indican las crisis financieras que se señalan en las bases de datos bien conocidos (Laeven y Valencia (2008 y 2010), Reinhart y Rogoff (2009)) y modificados por la opinión de los expertos de las autoridades nacionales. Se puede ver que las cinco crisis se producen muy cerca de los picos en los ciclos financieros. En todos los casos mostrados, las crisis tuvieron un origen doméstico. Esta relación cualitativa existe incluso si no se llega a una crisis financiera.

Gráfica 2





### 3.5. ¿Cómo medir la estabilidad financiera?

Como ya se indicó, en este trabajo se adopta la definición de estabilidad financiera propuesta por Goodhart, Tsomocos y Sunirand (2006) y seguida por Reyna (2009) la cual indica que la inestabilidad financiera está caracterizada *por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos*, pero que el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera. Por lo que, cuando se habla de estabilidad financiera es la ausencia de ambos componentes, los cuales se tratarán de modelar dentro del modelo propuesto. Como ya se indicó, el sistema financiero funciona con una serie de componentes, pero si el sistema funciona lo suficientemente bien como para llevar a cabo sus principales funciones facilitadoras, aun cuando un componente sufra problemas, estos no constituirán necesariamente una amenaza para la estabilidad general del sistema. La estabilidad financiera no requiere que todas las partes del sistema financiero funcionen al máximo o casi al máximo en todo momento. Pero un sistema financiero estable tiene capacidad para limitar y resolver los desequilibrios, en parte mediante mecanismos de autocorrección, antes de que desencadenen una crisis, y permite a la moneda del país (moneda fiduciaria) desempeñar su función como medio para las transacciones, unidad de cuenta y depósito de valor (la estabilidad financiera y la estabilidad monetaria se superponen). Puede considerarse que un sistema financiero es estable si no se espera que las perturbaciones perjudiquen a la actividad económica. De hecho, el cierre de una institución financiera, el aumento de la volatilidad o una corrección significativa en los mercados financieros pueden ser consecuencia de una mayor competencia o de la absorción de nueva información, e incluso pueden ser signos de buena salud del sistema financiero. Dado que el sistema financiero se encuentra en un estado permanente de cambio y transformación, el concepto de estabilidad financiera no es un concepto estático o a una situación única y sostenible a la que el sistema financiero regresa después de una sacudida, sino más bien un continuo en el tiempo. Este continuo es multidimensional: se produce en una multitud de variables observables y mensurables que pueden utilizarse para cuantificar (aunque de manera imperfecta) como está desempeñando el sistema financiero sus funciones facilitadoras. Incluso, los valores cuantificados y catalogados como de buena salud financiera no son permanentes en el tiempo. Como consecuencia de

esta naturaleza tan amplia de la estabilidad financiera, un cambio no puede ser captado por un único indicador cuantitativo, y los efectos de contagio y las relaciones no lineales entre las distintas partes del sistema financiero incrementan la dificultad de predecir las crisis financieras. En efecto, si se compara los riesgos que afrontó el sistema financiero en el pasado reciente no son similares a los que afronta actualmente, caracterizados por enormes déficits fiscales y elevados montos de deuda tanto pública como privada en la mayoría de países desarrollados, los que pueden provocar en determinadas circunstancias incluso hasta un default de deuda, algo impensable hasta hace poco tiempo, con efectos potencialmente nocivos para el crecimiento de la economía mundial y en las tasas de interés internacionales, los tipos de cambios mundiales, entre otras. Por lo tanto, evaluar la estabilidad del sistema financiero es una tarea compleja en la que se necesitan múltiples herramientas, por lo que esta investigación propone una perspectiva más global como elemento de análisis que se uniría a la amplia gama de herramientas con que cuentan los supervisores financieros. Asimismo, los esfuerzos encaminados a prevenir crisis requieren una actitud realista en relación con los límites hasta los cuales pueden controlarse y medirse los cambios en la estabilidad financiera. Por su parte, la mayoría de los instrumentos de política que se aplican actualmente para salvaguardar la estabilidad financiera tienen otros objetivos principales, tales como proteger los intereses de los depositantes (instrumentos prudenciales), favorecer la estabilidad de precios (política monetaria) o facilitar la rápida liquidación de las transacciones financieras (políticas de regulación de los sistemas de pago y liquidación).

### 3.6. Incorporando un concepto de estabilidad financiera al esquema de metas explícitas de inflación

Aydin y Volkan (2011) desarrollan un trabajo en donde incluyen diversas funciones de reacciones en donde se incluye una medida de estabilidad financiera dentro de un modelo macroeconómico, dichos autores lo llaman Inflation targeting incorporating financial stability (ITFS). Según dichos autores, la crisis financiera mundial puso de manifiesto las limitaciones de una meta de inflación convencional (TI) en el marco de una economía que no está aislada de shocks exógenos y demostró que su aplicación estricta podría agravar el efecto de shocks sobre el producto y la inflación, por ejemplo un shock adverso

contra el sistema financiero podría afectar las expectativas sobre la estabilidad financiera, sobre el nivel del tipo de cambio y sobre la confianza en la economía, todo ello podría afectar el objetivo de estabilidad de precios. En consecuencia, investigar posibles mejoras a la estructura de IT mediante la incorporación de la estabilidad financiera es algo plausible. Dichos autores proponen un modelo de economía pequeña y abierta DSGE con fricciones del lado del producto y financieros. Los resultados indican que la incorporación de consideraciones de estabilidad financiera puede ayudar a suavizar las fluctuaciones del ciclo económico más eficaz que un marco de TI convencional. Por su parte, Woodford (2011) desarrolla un modelo del tipo DSGE en donde en la curva de reacción del banco central incorpora una variable  $z$ , la cual captura las pérdidas de riqueza derivadas de una crisis financiera y que ante el incremento de dichas pérdidas, y dado cierto umbral, el banco central debe de reaccionar. En la conclusión de dicho trabajo se manifiesta que dado los resultados, estos implican que el banco central debe estar dispuesto, al menos en cierta medida, a realizar un trade off entre un menor grado de estabilidad de los objetivos de estabilidad de precios y de brecha del producto en aras de una mayor estabilización del riesgo de crisis financiera, pero bajo ciertas circunstancias en concreto, cuando a corto plazo el riesgo marginal de crisis financiera es inusualmente elevado. Es ampliamente conocido que el criterio objetivo de IT implica que una política ideal sería restringir o expandir las condiciones monetarias hasta el punto de que el nivel de precios y/o de la brecha del producto alcance niveles considerados deseable para estas variables. En este sentido, el modelo implica que es apropiado utilizar la política monetaria para "ir en contra" de un auge del crédito, incluso si esto requiere ir en contra del objetivo de inflación y brecha del producto y que esto esté por debajo de los valores objetivo a medio plazo por un tiempo. Brunnermeier y Sannikov (2011) estudian la dinámica de equilibrio de una economía con fricciones financieras. Debido a los efectos amplificadores no lineales de los shocks financieros, la economía puede verse sujeta a shocks financieros de alta volatilidad, por lo que la economía tiende a su estado estacionario con un periodo mayor a los shock normales en los cuales toman ciertos trimestres, en este caso los shocks toman años, en este punto coinciden con lo que apunta Borio (2011) y el largo efecto de shocks financieros.

#### 4. Metodología

El presente documento utiliza un modelo macroeconómico de pronóstico debido a que los bancos centrales que operan en el contexto de un régimen de metas explícitas de inflación necesitan de modelos macroeconómicos de pronóstico que les permitan organizar, en forma coherente, las ideas y los datos relevantes para la toma de decisiones de política monetaria. En particular, los modelos macroeconómicos de pronóstico son utilizados por los bancos centrales con propósitos concretos como los siguientes: i) Análisis de la coyuntura: los modelos mencionados proveen un marco de referencia para organizar las cifras estadísticas que caracterizan a la coyuntura de política monetaria que se enfrenta, facilitando una mejor identificación de las presiones inflacionarias y desinflacionarias relevantes. ii) Evaluación de la política monetaria: los referidos modelos también proveen un marco de referencia para caracterizar la postura de la política monetaria como expansiva, contractiva o neutra, en el contexto de episodios históricos específicos y, de esa manera, evaluar si dicha política ha contribuido de manera efectiva a la consecución de la meta de inflación y del objetivo general del banco central. iii) Pronóstico de inflación y otras variables macroeconómicas: los modelos en cuestión están particularmente diseñados para generar pronósticos activos (es decir, condicionales a las acciones de la autoridad monetaria) de inflación y de otras variables. iv) Prescripción de acciones de política monetaria: dada una adecuada caracterización de las preferencias de la autoridad monetaria, los pronósticos generados por estos modelos prescriben trayectorias para las variables que dicha autoridad controla (típicamente, una tasa de interés de corto plazo). v) Análisis de escenarios alternativos: estos modelos también proveen un marco adecuado para analizar las implicaciones de política monetaria que se derivan de hacer variar los escenarios alternativos correspondientes a distintas trayectorias pronosticadas para las variables exógenas. A partir de tales escenarios alternativos, es posible la discusión acerca de cursos alternativos de política monetaria, en función de los riesgos que se enfrentan y de la deseabilidad de tomar acciones que minimicen las consecuencias de la materialización de escenarios muy adversos (aunque, quizás, poco probables). El modelo macroeconómico semiestructural está diseñado para una economía pequeña y abierta. Constituye un sistema de 53 ecuaciones en 53 variables, de las cuales 16 son endógenas y 37 son exógenas. Los criterios que

se aplicaron en el proceso de especificación del MMS 2.0 fueron los siguientes:

**a) Linealidad y estacionariedad:**

Todas las variables del modelo se relacionan linealmente. El modelo tiene un estado estacionario bien definido y su solución tiene una única ruta de convergencia a dicho estado estacionario.

**b) Intuición:**

Las ecuaciones representan relaciones entre las variables que son consistentes con la teoría macroeconómica estándar y con la experiencia del país.

**c) Dominio público de las variables-insumo:**

El modelo sólo se alimenta con variables para las cuales existen estadísticas oficiales o usuales.

**d) Filtrado de variables:**

Se aplican filtros estadísticos convencionales (filtro de Hodrick-Prescott, filtro de Henderson) que permiten: i) Que la medición del comportamiento histórico de las variables no se modifique, por efectos del filtrado, en corrimientos sucesivos del modelo. ii) Que la medición en tiempo real de las variables filtradas coincida exactamente con la que se deriva de la aplicación convencional de los filtros estadísticos mencionados.

**e) Relevancia empírica:**

Las ecuaciones que describen el comportamiento de las variables endógenas incluyen como variables explicativas a aquéllas que, además de tener interpretación intuitiva, son estadísticamente significativas en estimaciones econométricas, valuadas con un número de rezagos o adelantos que privilegia la significación estadística. (En otras palabras, "se dejó que los datos hablaran").

**f) Simplicidad:**

Se trató de preservar la mayor simplicidad posible, pero este criterio se sacrificó cuando reñía con alguno de los anteriores.

**4.1. Criterios aplicados en la calibración del MMS 2.0**

El modelo contiene 118 parámetros, de los cuales 13 son valores estacionarios, 68 son coeficientes de comportamiento y 37 son desviaciones estándar de los choques estocásticos. Los criterios utilizados para la calibración de los parámetros del modelo fueron los siguientes:

**a) Estimación econométrica**

Este criterio fue aplicado a los parámetros de la mayoría de las ecuaciones del modelo. Sin embargo, se abandonó este criterio cuando su aplicación estricta impedía encontrar una ruta única de convergencia al estado estacionario.

**b) Viabilidad técnica de la solución**

Los parámetros de la regla de política monetaria y unos pocos adicionales se calibraron mediante un proceso iterativo de prueba y error para conseguir lo siguiente:

- Que la solución del modelo se caracterice por una ruta única de convergencia al estado estacionario; y
- Que las funciones de impulso-respuesta generadas por el modelo representen cuantificaciones razonables de los mecanismos de transmisión de la política monetaria.

**4.2 Software utilizado**

El Modelo Macroeconómico Semiestructural está desarrollado para que pueda ser utilizado en un paquete denominado Matlab, nombre abreviado de "MATrix LABoratory". MATLAB es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices, el cual dispone de un código básico para programación y de varias librerías especializadas llamada toolboxes. La característica principal de Matlab es que brinda un gran instrumental para la elaboración de programas o funciones sin importar el ramo o la especialidad del programador.

Sin embargo, el MMS no utiliza en su mayoría funciones que vienen incorporadas en Matlab, sino que utiliza funciones de una plataforma llamada IRIS toolbox, desarrollado por el Jaromir Bener, el cual es un paquete basado en Matlab. Dentro de los paquetes con que cuenta IRIS encontramos: i) Especificación del modelo; ii) Representación Estado-Espacio; iii) Análisis de datos

basado en VAR; iv) Manejo de series de tipo y bases de datos; v) Reportes y vi) Implementación de Pronósticos. Cada uno de estos paquetes o toolboxes posee sus propias funciones y desarrolla un trabajo definido dentro de un modelo determinado. Por ejemplo, los primeros tres toolbox son utilizados para el planteamiento y solución del modelo macroeconómico, seguidamente el paquete de manejo de datos e información contiene funciones que llaman y guardan información de archivos externos a Matlab y a su vez funciones que permiten preparar la información previa a ser utilizada por el modelo, finalmente los dos últimos paquetes mencionados realizan el pronóstico y generan reportes. Por lo tanto, la integración de cada una de estas áreas permite al programador tener una herramienta funcional y sobre todo flexible para el diseño, solución y simulación de modelos macroeconómicos. En Anexo I se encuentra un breve manual de IRIS.

El modelo se construyó con base en la metodología propuesta por Berg, Karam y Laxton (2006), quienes proporcionan una guía práctica para la elaboración de este tipo de modelos y su implementación en diversos bancos centrales. En efecto, es un modelo macroeconómico semiestructural para una economía pequeña y abierta, como es el caso de la economía guatemalteca, la cual tiene una dimensión (medida por su producto interno bruto) inferior al conjunto de economías con las que participa en los mercados internacionales y sus políticas económicas no alteran los ingresos, tasas de interés o precios mundiales; es decir, que el país es un tomador de precios en los mercados externos. Este supuesto, utilizado en los modelos macroeconómicos, permite que las variables del resto del mundo tengan un comportamiento exógeno (Deardorff, 2006). La característica de semiestructural se asocia a la ventaja de una estructura teórica menos rígida que la de los modelos estructurales, en los cuales cada una de sus ecuaciones cuenta con fundamento microeconómico; mientras que para el caso de un modelo semiestructural únicamente es necesario que los

coeficientes de cada ecuación cuenten con una magnitud y signo sustentados por la teoría macroeconómica. El componente estructural de dichos modelos consiste en los valores de estado estacionario establecidos para algunas variables. Por su parte, este tipo de modelos difiere de los modelos puramente econométricos que buscan obtener una relación estrictamente estadística. El modelo es de naturaleza nekeynesiana para una economía pequeña y abierta y está constituido por un sistema de ecuaciones, cada una en su forma reducida, en donde las variables se definen por medio de los valores logarítmicos de sus componentes cíclicos (los cuales se interpretan como la variación porcentual trimestral respecto al componente tendencial de cada variable) o como la primera diferencia de su valor en logaritmos (que se interpreta como un cambio porcentual trimestral anualizado). Finalmente, los estados estacionarios de las variables están bien definidos, por lo que la trayectoria de convergencia hacia el estado estacionario es única, lo cual es de vital importancia al momento de analizar la coyuntura económica, dado que el comportamiento del mecanismo de transmisión de la política monetaria en el largo plazo es función tanto de los efectos de corto como de mediano plazo de la economía. La especificación del modelo completo se presenta en el Apéndice 1.

## 5. Estructura del modelo

El efecto de estos instrumentos de política sobre la estabilidad financiera suele ser indirecto y, por lo general, se deja sentir después de transcurrido cierto periodo o con rezagos, e incluso puede ser contrario al objetivo primordial del instrumento. Teniendo esto en cuenta, en la gráfica 3 se presenta la interacción entre los bancos centrales y los bancos comerciales, los cuales a su vez interactúan con las familias y las empresas generando un vínculo entre consumo y crédito que es un punto de partida que nos interesa evaluar.

Gráfica 3

La interacción entre banco central, bancos y agentes económicos es la siguiente\*:



\*Esquema presentado en el trabajo «Una aproximación para analizar la estabilidad financiera por medio de un DSGE», Marzo 2009, Reyna, David. Reporte de Estabilidad financiera. Banco de la República de Colombia. El modelo DSGE que presenta Reyna es un modelo sin gobierno y economía cerrada. El MMS es para una economía abierta y se modela el comportamiento de gasto y endeudamiento del gobierno.

En la literatura económica y específicamente la referente a modelos macroeconómicos existe una variedad de modelos que pretenden modelar la estabilidad financiera, en este documento se presenta un modelo macroeconómico semiestructural, el cual contiene ecuaciones que representan a grandes sectores de la economía a nivel agregado. El modelo está estimado en brechas por lo que sus resultados son signos de cambios sobre su nivel tendencial. Para tal propósito, se adopta la definición de estabilidad

financiera propuesta por Goodhart, Tsomocos (2006) y seguida por Reyna (2009), la cual indica que la inestabilidad financiera está caracterizada por bajos beneficios en los bancos y aumento en el incumplimiento en las obligaciones por parte de los agentes económicos, pero que el surgimiento de uno de estos riesgos no implica necesariamente inestabilidad financiera. Por lo que cuando se habla de estabilidad financiera es la ausencia de ambos componentes, los cuales se tratarán de modelar dentro del modelo propuesto.

Gráfica 4

**DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD FINANCIERA COMO BRECHA DE SU VALOR**



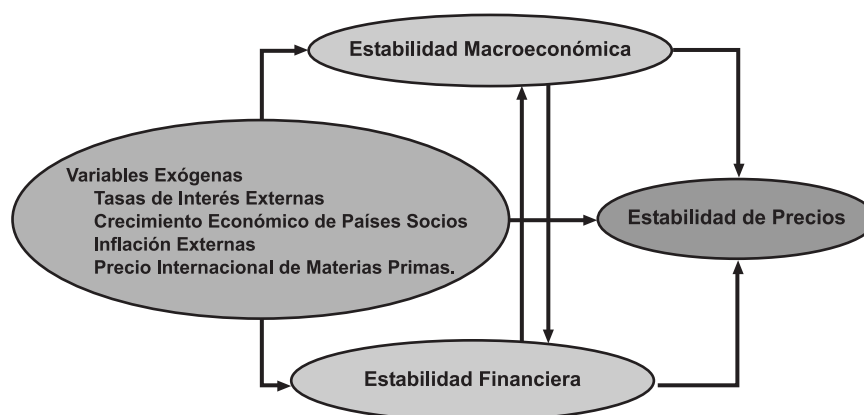


Por la forma en que está diseñado el modelo y en particular las ecuaciones que representan la estabilidad financiera diremos que valores positivos implican mayor estabilidad financiera y valores negativos implican menos estabilidad financiera, como se muestra en la gráfica 4. Un reto sería establecer umbrales estadísticos para el movimiento de dicha variable, pero que por el momento se dejará para futuras ampliaciones de este trabajo.

Para desarrollar el modelo y establecer dicho concepto de estabilidad financiera debemos de desarrollar el

marco general que nos permita modelar las principales variables macroeconómicas o sea variables que podríamos denominar endógenas dentro de la economía, así como por el conjunto de variables exógenas a la misma (tasas de interés externas, inflación internacional, crecimiento de países socios –especialmente de EE.UU–, precio de materias primas, en especial del petróleo) y por la estabilidad en el nivel de precios como gran objetivo de los autoridades monetarias, esta interacción la podemos apreciar en la gráfica 5.

Gráfica 5

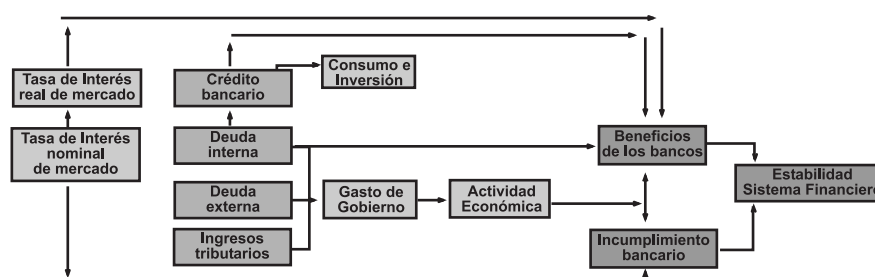


Modelar la estabilidad financiera de forma aislada puede llevarnos a interpretaciones parciales y en algunos casos equivocadas. Lo anterior no significa que este modelo deba ser la solución a todas las inquietudes que surgen sobre estabilidad financiera. El concepto de estabilidad financiera es amplio desde el punto de vista de la gran cantidad de indicadores que se pueden construir, y de las señales que puedan proporcionar, los cuales son de gran importancia en el momento de evaluar dicho concepto.

En la gráfica 6 se aprecia la interacción entre tasas de interés

reales y nominales, su relación con el crédito bancario, lo que a su vez afecta tanto la actividad económica –derivado de que lo que también perturba a los beneficios bancarios– así como a los incumplimientos bancarios, lo que finalmente afecta la estabilidad financiera. Por ejemplo, un aumento en las tasas de interés nominales aumenta la tasa de interés real, dichos aumentos encarecerían el crédito bancario, lo que disminuiría el consumo y la inversión agregados, los que afectarían la actividad económica y, por ende, los beneficios de los bancos y el incumplimiento bancario.

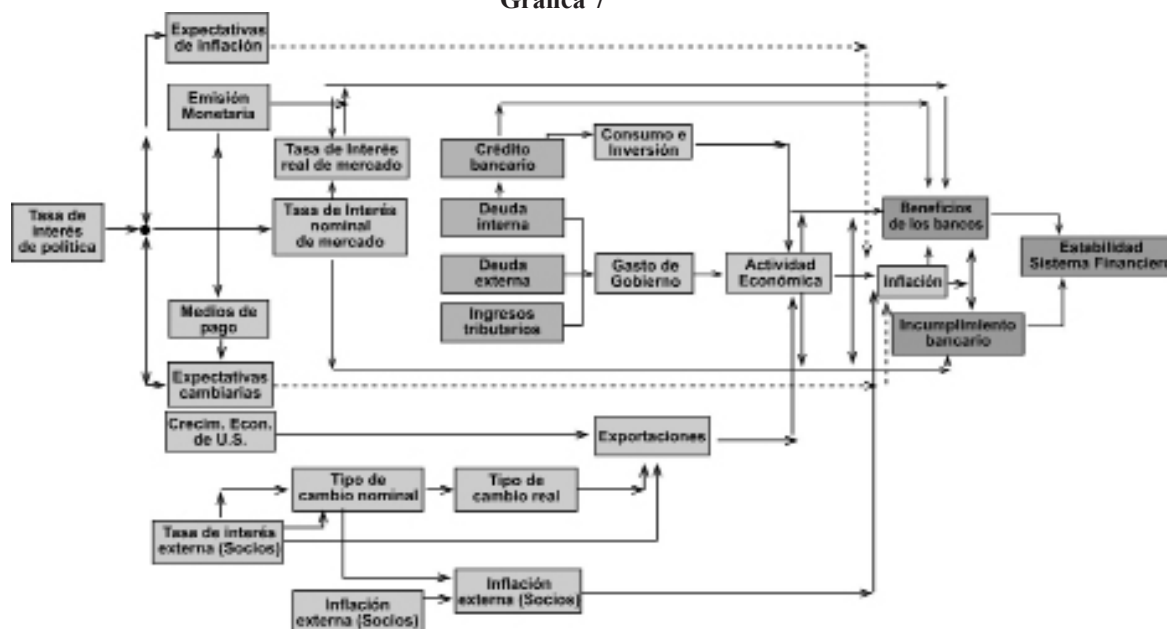
Gráfica 6



Este esquema es ampliado en la gráfica 7, incluyendo el detalle de la interacción de la gráfica 7 con otras variables macroeconómicas. En efecto, en dicha gráfica se puede apreciar el efecto del tipo de cambio en las exportaciones y cómo esto afecta la actividad económica y con ello

establecer una relación con los beneficios de los bancos y el incumplimiento bancario. Por otra parte, también se incluye el rol que juegan dentro del modelo las expectativas de inflación y cambiarias y cómo afectan la inflación y qué rol puede tener en la estabilidad financiera.

Gráfica 7



Un aspecto relevante que incluye este diagrama es que adicionalmente se incorporan variables como la brecha del producto del principal socio comercial (EE. UU.) y se relaciona con la actividad económica doméstica, así como la tasa de interés de fondos federales de EE. UU. y su relación con el tipo de cambio nominal, real y su efecto en las exportaciones y finalmente en la actividad económica.

### 5.1. Ecuaciones del modelo

Las principales ecuaciones del modelo podríamos indicar que son: i) Demanda agregada, ii) Curva de Phillips, iv) Paridad no cubierta de tasa de interés, v) Estabilidad Financiera<sup>2</sup>.

#### a) Demanda agregada

La demanda agregada se modela por medio de cada uno de sus componentes para proporcionar una mejor intuición de los efectos de la política monetaria sobre el sector real de la economía. En efecto, la información estadística de las cuentas nacionales permite desagregar la demanda agregada en los componentes que se indican en la siguiente ecuación:

$$Y_t = C_t + G_t + X_t \quad (1)$$

Donde,

$Y_t$  : demanda agregada en el período  $t$

$C_t$  : consumo e inversión privados netos de importaciones en el período  $t$

$G_t$  : gasto de gobierno en el período  $t$

$X_t$  : exportaciones en el período  $t$ :

<sup>2</sup> Mayor detalle de las ecuaciones está contenido en el Anexo 1.

Debido a que las ecuaciones del modelo se encuentran especificadas en términos de variaciones porcentuales respecto de sus respectivas tendencias de largo plazo (brechas), a continuación se especifica cada una de las ecuaciones de los componentes de la demanda agregada en esos términos.

### b) Brecha del producto

Como se indicó, las relaciones dinámicas de cada componente de la demanda agregada que se indican, se especifican en desviaciones logarítmicas respecto a su tendencia; es decir, en forma de sus respectivas brechas. La brecha del producto,  $y_t$ ; representa la desviación porcentual del PIB respecto a su valor de equilibrio y se representa por la sumatoria ponderada de las brechas de sus componentes contemporáneos, en donde  $c_t$  es el consumo e inversión,  $x_t$  son las exportaciones y  $g_t$  es el gasto del gobierno.

$$Y_t = A_1 (A_2 c_t + A_3 X_t + A_4 g_t) + (1-A_1) y_{t+1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

### c) Curva de Phillips

La Ecuación 3 representa la Curva de Oferta Agregada o la Curva de Phillips, en donde la inflación doméstica,  $\pi_t$ , es función de la persistencia inflacionaria; es decir,  $\pi_{t-1}$  de su primer rezago,  $\pi_{t+1}^e$  de las expectativas de inflación,  $\Delta \text{pet}_t$  de la variación porcentual del precio del petróleo neta de los efectos de variaciones sobre el tipo de cambio real tendencial,  $\Delta \text{pet}_t - \Delta Z_{\text{ten},t}$ , de la brecha del producto del periodo anterior,  $y_{t-1}$ ,  $\text{Bestfin}_t$  representa la brecha de estabilidad financiera y de un shock de oferta.

$$\pi_t = B_1 [B_2 \pi_{t-1} + (1-B_2)\pi_t^e] + (1-B_1)(\Delta \text{pet}_t - \Delta Z_{\text{ten},t}) + B_3 \hat{y}_{t-1} + B_4 \widehat{\text{Bestfin}}_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

### d) Paridad no cubierta de tasas de interés

El componente tendencial del tipo de cambio se determina por medio de una condición de paridad no cubierta de tasas de interés, como se indica en la Ecuación 4. En este sentido, el referido componente cambiario es función del diferencial entre la tasa de interés doméstica y externa,  $(I_t - I_t^*)$ ; de las expectativas cambiarias de los agentes económicos,  $S_t^e$ , y de la prima por riesgo país,  $\text{prem}_t$ .

Adicionalmente, en la referida ecuación se incluye un shock externo del mercado cambiario, el cual está representado por  $\varepsilon_t^{\text{for ex}}$ .

$$(I_t - I_t^*) = 4 (S_t^e - S_{\text{tend},t}^e) + \text{prem}_t + \varepsilon_t^{\text{for ex}} \quad (4)$$

La ecuación final que determina los beneficios de los bancos está determinada por la brecha del logaritmo de los ingresos totales menos la brecha del logaritmo de los costos totales. Ambos se obtienen de los balances contables de los bancos.

### e) Brecha de beneficios de los bancos

El componente de los beneficios de los bancos está determinado por los ingresos menos los costos totales de los bancos. En este sentido, la brecha de los beneficios bancarios  $\text{benbanc}_t$  está compuesta por la brecha de los ingresos bancarios  $Y_{\text{banc}_{t-1}}$  y por la brecha de los costos bancarios  $C_{\text{banc}_t}$  y por un componente de shock estocástico  $E_t^{\text{benbanc}}$

$$\text{benbanc}_t = l_1 Y_{\text{banc}_{t-1}} - l_2 C_{\text{banc}_t} + \varepsilon_t^{\text{benbanc}} \quad (5)$$

A su vez los ingresos de los bancos están en función de las siguientes variables del modelo macroeconómico:

1. Brecha de la tasa de interés de política monetaria  
Aumentos en la tasa de política monetaria aumentan los beneficios de los bancos, producto de lo que tienen depositado en certificados de depósito dentro del banco central.
2. Tasa de interés nominal doméstica  
Aumento de las tasa de interés nominales domésticas incrementa los ingresos de los bancos.
3. Brecha del crédito  
Aumento en la brecha del crédito aumenta los ingresos de los bancos producto del aumento en la demanda de crédito.
4. Brecha del producto  
Aumento en la brecha del producto interno bruto es producido por aumentos en el consumo e inversión, exportaciones, gasto del gobierno.
5. Brecha de la deuda interna del gobierno central  
Aumento en la brecha de la deuda interna del gobierno podría incrementar los ingresos de los bancos.

Por su parte, la estimación de la brecha de la tasa de morosidad de los bancos se define de la siguiente manera.

#### d) Brecha de la tasa de mora o incumplimiento bancario

Por su parte, la brecha de la tasa de mora o incumplimiento bancario está en función de rezagos de la propia variable  $Tmora_{t-1}$ , por la proporción brecha del crédito respecto a la brecha del producto  $Cred_t/y_t$ , por la tasa de interés doméstica  $I_t$ , por la tasa de interés externa  $I_t^*$ , brecha de la tasa de variación del tipo de cambio nominal  $s_t$  y un shock exógeno  $\varepsilon_t^{mora}$ .

$$\hat{Tmora}_t = \hat{Tmora}_{t-1} - m_1 (\hat{Cred}_t/\hat{y}_t) + m_2 I_t + m_3 I_t^* + m_4 \hat{s}_t + \varepsilon_t^{mora} \quad (6)$$

En donde la diferencia del logaritmo del crédito bancario respecto de la brecha del producto reflejaría en casos de valores positivos que el crédito está creciendo más rápido que la brecha del producto, por lo que podría haber exceso de crédito y con ello mayores probabilidades de aumento en el incumplimiento bancario. Por su parte, aumentos en la tasa de interés doméstica o externa, así como de la brecha de la tasa de variación del tipo de cambio nominal podrían incrementar el incumplimiento bancario.

#### b.7) Brecha de estabilidad financiera

La brecha de la estabilidad financiera está conformada por la brecha de los beneficios bancarios en  $t$  y la brecha de la mora bancaria en  $t$ , así como de un componente de shock exógeno.

$$\hat{bestfin}_t = n_1 \hat{benbac}_t - n_2 \hat{tmora}_t + \varepsilon_t^{bestfin} \quad (7)$$

En donde

$\hat{bestfin}_t$  = Brecha de la estabilidad financiera

$\hat{benbac}_t$  = Brecha de los beneficios de los bancos

$\hat{tmora}_t$  = Brecha de la tasa de morosidad

$\varepsilon_t^{bestfin}$  = Shock externo

Desde esta perspectiva, el modelo pretende representar la estabilidad financiera estableciendo una brecha de tasa de morosidad y una brecha de beneficios bancarios. Para la tasa de morosidad se utiliza el concepto de Quevedo (2009) según la cual la tasa de morosidad está en función de los siguientes factores: del crecimiento del PIB, de la tasa de interés doméstica y externa y de la tasa de devaluación del tipo de cambio nominal. Por su parte, los beneficios de los

bancos están en función de sus ingresos menos sus costos. Los ingresos a su vez están en función de los intereses recibidos principalmente provenientes de inversiones en títulos del gobierno, intereses del crédito al sector privado, títulos del banco central. Por otra parte, el conjunto de ecuaciones contenidas en el modelo reflejan también el mecanismo de transmisión de la política monetaria; es decir, la dirección, magnitud y grado de persistencia de las acciones del Banco de Guatemala en las principales variables macroeconómicas del país y cómo podrían afectar la estabilidad del sistema financiero. De igual forma, trata de modelar la influencia que producen la demanda agregada (representada por la brecha del producto total y sus componentes), del tipo de cambio y las expectativas sobre la brecha de la estabilidad financiera. Cabe indicar que los principales componentes de la demanda agregada son el Consumo e Inversión (netos de las Importaciones), el Gasto de Gobierno y las Exportaciones. Asimismo, este canal ilustra el rol de los agregados monetarios, particularmente la Emisión Monetaria y el Crédito Bancario al Sector Privado, en la liquidez de la economía, así como el efecto traspaso de las tasas de interés al sector real. En este sentido, cambios en la tasa de interés de política monetaria afectan las tasas de interés nominales y reales de mercado, así como la emisión monetaria. La tasa de interés real tiene un efecto sobre el crédito bancario al sector privado. Tanto los cambios en la emisión monetaria como en el crédito bancario al sector privado afectan las decisiones de consumo e inversión de los hogares y de las empresas, lo que a su vez produce un efecto en la actividad económica y en la inflación. Adicionalmente, los cambios en la actividad económica también afectan la demanda de crédito bancario y los ingresos tributarios, lo cual refuerza los efectos producidos por el consumo, la inversión y el gasto de gobierno, respectivamente, en el crecimiento económico de corto plazo. Por su parte, tanto la deuda interna como la deuda externa se determinan exógenamente dentro del modelo. No obstante, cambios en la deuda interna afectan la oferta de crédito bancario al sector privado (efecto desplazamiento o crowding out). Las exportaciones forman parte también de la demanda agregada interna, aunque las mismas se ven afectadas principalmente por factores del sector externo, tales como el tipo de cambio real y la demanda agregada externa.

Por su parte, las variables que conforman el canal de tipo de cambio en sus componentes principales, los cuales se modelan por separado: i) componente tendencial; ii)

componente cíclico o brecha; y iii) componente irregular o especulativo. Por consiguiente, los cambios en la tasa de interés de política monetaria activan el canal de tipo de cambio de dos maneras distintas. El componente tendencial del tipo de cambio es función diferencial de tasas de interés doméstico y externa, ajustado por una prima por riesgo país (paridad descubierta de tasas de interés). Por lo tanto, la tendencia del tipo de cambio nominal es afectada por el efecto que la tasa de interés de política monetaria tiene sobre la tasa de interés nominal de largo plazo. Por su parte, el componente cíclico del tipo de cambio nominal se encuentra en función de sus dos principales fundamentos, los medios de pago y la actividad económica externa (ambos factores expresados en términos de sus respectivos componentes cíclicos); por consiguiente, la brecha del tipo de cambio es afectada por el efecto que la tasa de interés de política monetaria ejerce sobre la emisión monetaria y esta, a su vez, sobre los medios de pago.

Finalmente, las variables que conforman el Canal de Expectativas se subdivide en dos componentes: (i) Las Expectativas de Inflación, las cuales reaccionan de forma inmediata ante cambios en la tasa de interés de política

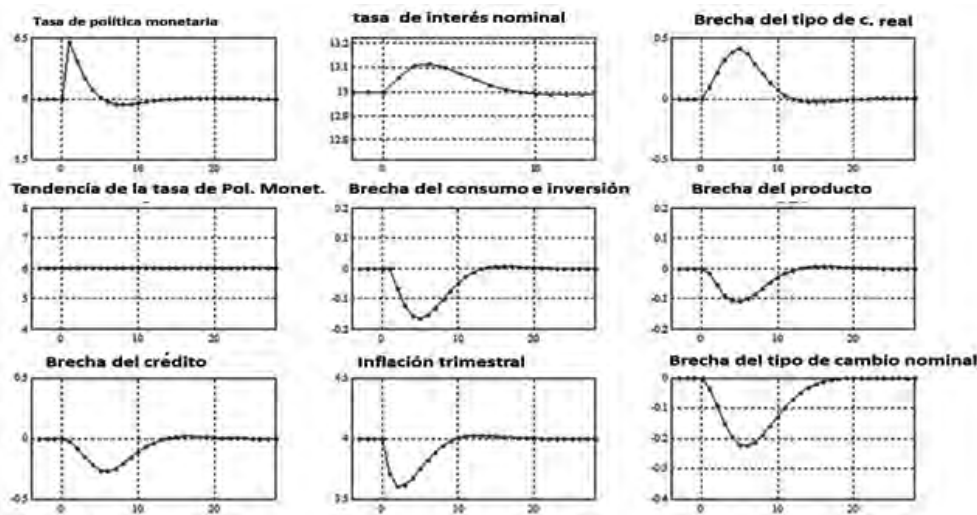
monetaria y por ello tienen un efecto directo sobre la inflación; y (ii) Las Expectativas Cambiarias, las cuales también reaccionan inmediatamente ante cambios en la tasa de interés de política monetaria y afectan el comportamiento del componente tendencial del tipo de cambio nominal.

## 6. Resultados

El proceso de construcción del modelo sigue el trabajo de Castillo y Galindo (2010), según los cuales Berg, Karam and Laxton (2006) proponen un método aplicable y sensato, se busca elegir coeficientes razonables con los principios económicos, la evidencia econométrica disponible y el entendimiento de la economía que se está modelando y con ello realizar un proceso de calibración iterativo hasta que el modelo se comporte adecuadamente. Por lo cual, en este trabajo no todos los parámetros se determinan necesariamente a través de un enfoque puramente econométrico, sino que también debe considerarse la consistencia del signo y el valor de cada parámetro con lo indicado por la teoría económica<sup>3</sup>. En lo referente a los resultados se realizaron los siguientes ejercicios de impulso-respuesta.

### a) Shock de 0.5% a la tasa de política monetaria

Gráfica 8



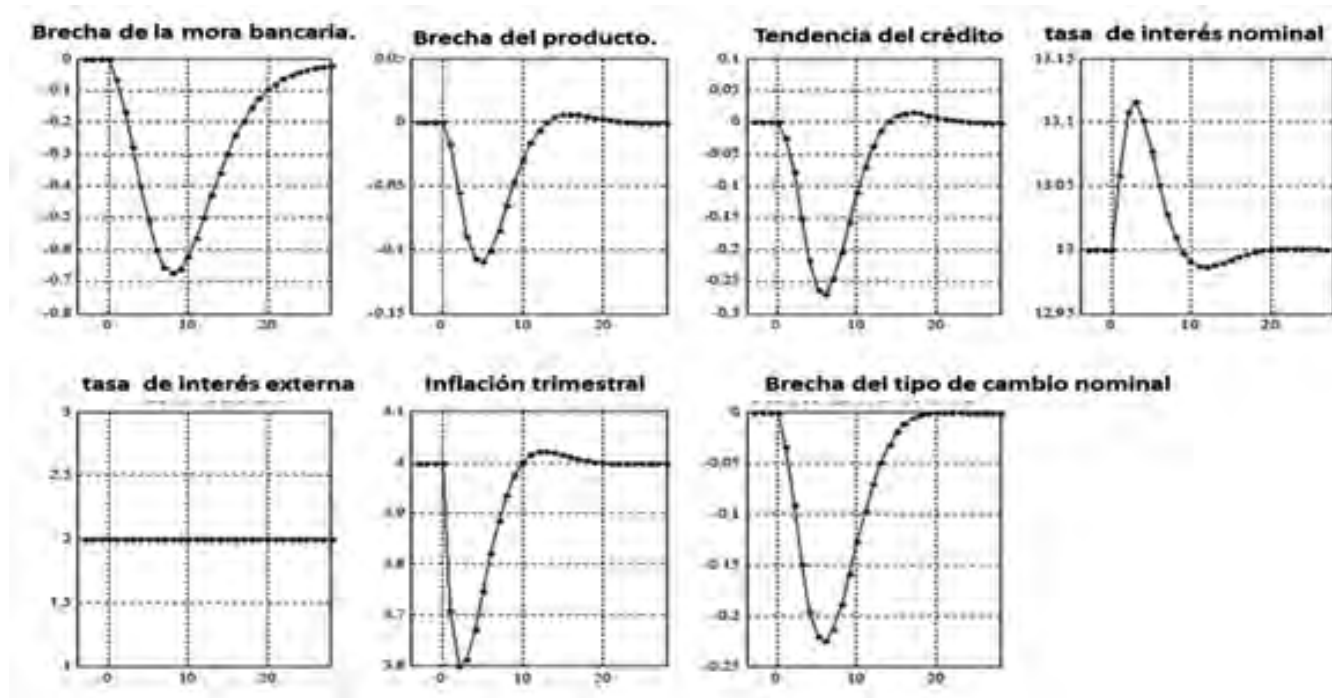
<sup>3</sup> De igual manera, la evidencia empírica de otros países proporciona rangos de valores estimados para ciertos parámetros que son útiles al momento de calibrar un nuevo modelo. La literatura económica también justifica el uso de rezagos como una explicación lógica de la transmisión de los efectos de la política monetaria sobre las variables macroeconómicas. El proceso de calibración se refiere al procedimiento de búsqueda iterativa para cada parámetro dentro del modelo, lo cual permite utilizar varios métodos estadísticos y teóricos para establecer un sistema de ecuaciones simultáneas convergente que, además de satisfacer los fundamentos económicos, también permita obtener pronósticos razonables y útiles para la toma de decisiones.



En la gráfica 8 se observa un shock positivo de 0.5 en la tasa de política monetaria (que un movimiento usual en la tasa de interés líder de política monetaria), el cual produce dentro del modelo macroeconómico un incremento de la tasa de interés nominal de 0.12, lo que a su vez produce un incremento de la tasa de interés real de 0.41 (esto debido a que la inflación trimestral baja en 0.30 puntos porcentuales desde su nivel de estado estacionario de largo plazo -4%-). Este aumento en la tasa de interés real provoca una reducción de la brecha del crédito, lo que a su vez reduce el consumo e inversión provocando una caída en la brecha del producto. Este incremento en la tasa de interés líder de política monetaria y sus efectos sobre las tasas de interés nominal y reales produce una apreciación del tipo de cambio, la cual se refleja en la brecha del tipo de cambio

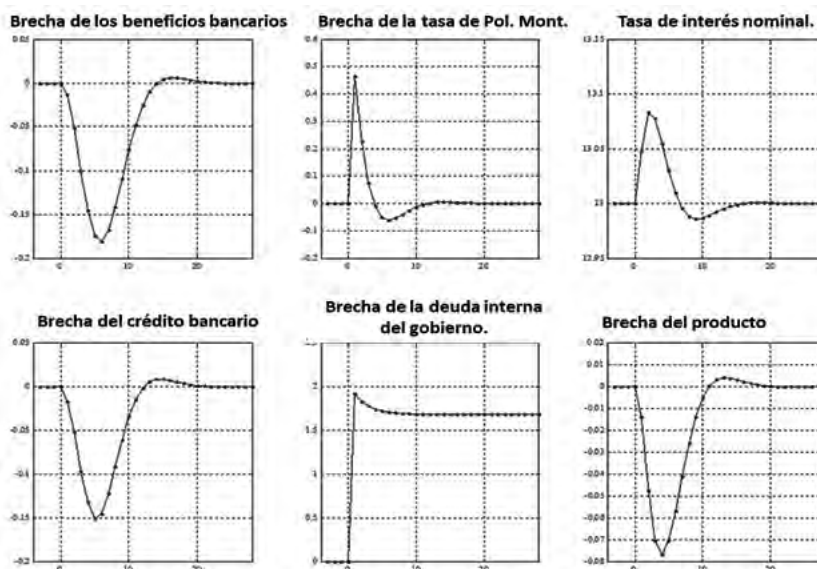
nominal. Por su parte, el mencionado shock tiene el efecto de reducir 0.6% la brecha de la mora bancaria como se observa en la gráfica 9. Dicho efecto es el resultado de la caída de la brecha del crédito (menor demanda de crédito), la reducción de la inflación y a una apreciación del tipo de cambio nominal y real. Las variables que tiene el efecto en aumentar la brecha de la tasa de mora es la caída en la brecha del producto (menor actividad económica tiende a incrementar el desempleo y el cierre de empresas), el aumento de la tasa de interés nominal que tiene efectos negativos sobre los créditos existentes.

Gráfica 9



Sin embargo, los beneficios de los bancos tienden a reducirse como se observa en la gráfica 10 derivado de la reducción en la brecha del producto y de la caída en la brecha del crédito, aunque se produce un aumento en la brecha de la deuda interna del gobierno (lo que podría aumentar los beneficios de los bancos).

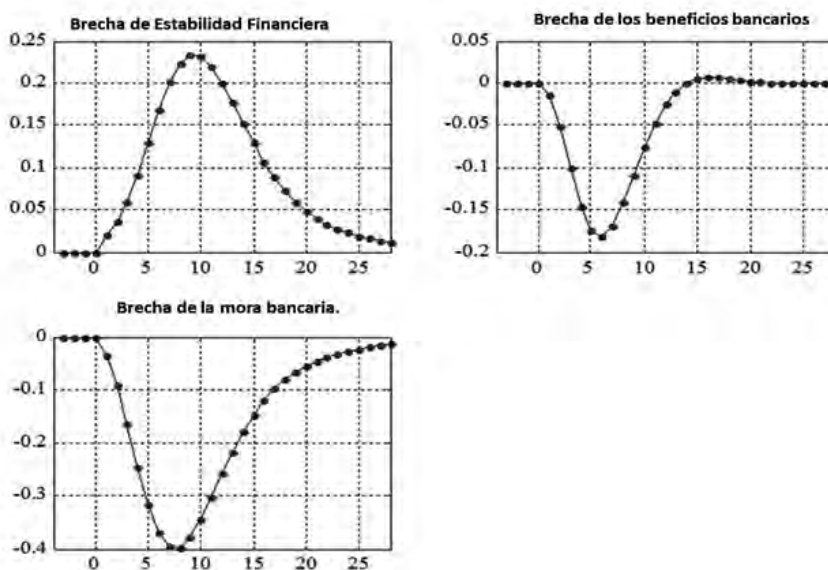
Gráfica 10



Por su parte, se incrementa la brecha de la tasa de política monetaria (que aumentaría lo que los bancos reciben por sus inversiones que tienen depositados en el banco central), aumenta la tasa de interés nominal (aumenta lo que los bancos cobran por su stock de préstamos a los agentes económicos). El efecto que domina es una ligera reducción en los beneficios de los bancos producto principalmente de la caída en la demanda agregada (brecha del producto) y reducción en la demanda de crédito (brecha del crédito bancario).

En la gráfica 11 podemos apreciar el efecto de un aumento 0.5 puntos base en la tasa de política monetaria sobre lo que se denomina estabilidad financiera dentro del modelo macroeconómico. El resultado, un incremento de la brecha de la estabilidad financiera producido principalmente por una caída en la brecha de la mora bancaria, esto debido a que como se observa la brecha de los beneficios bancarios se reduce, como se explicó en la gráfica 7.

Gráfica 11



Este resultado abre otras preguntas que se tratarán de responder (algunas) en los apartados que siguen:

¿Es insignificante el movimiento o es grande el movimiento en la brecha de estabilidad financiera?

¿Está replicando el modelo lo que sucede empíricamente ante un movimiento de la tasa de interés líder de la banca central?

¿Son las brechas que conforman la estabilidad financiera robustas ante otras formas de medirlas?

¿Lo que sucedió en la crisis actual (principalmente en el año 2008) en el sistema financiero (y en que la economía sufrió un fuerte shock en los flujos de capital externos) puede ser replicado por el modelo?

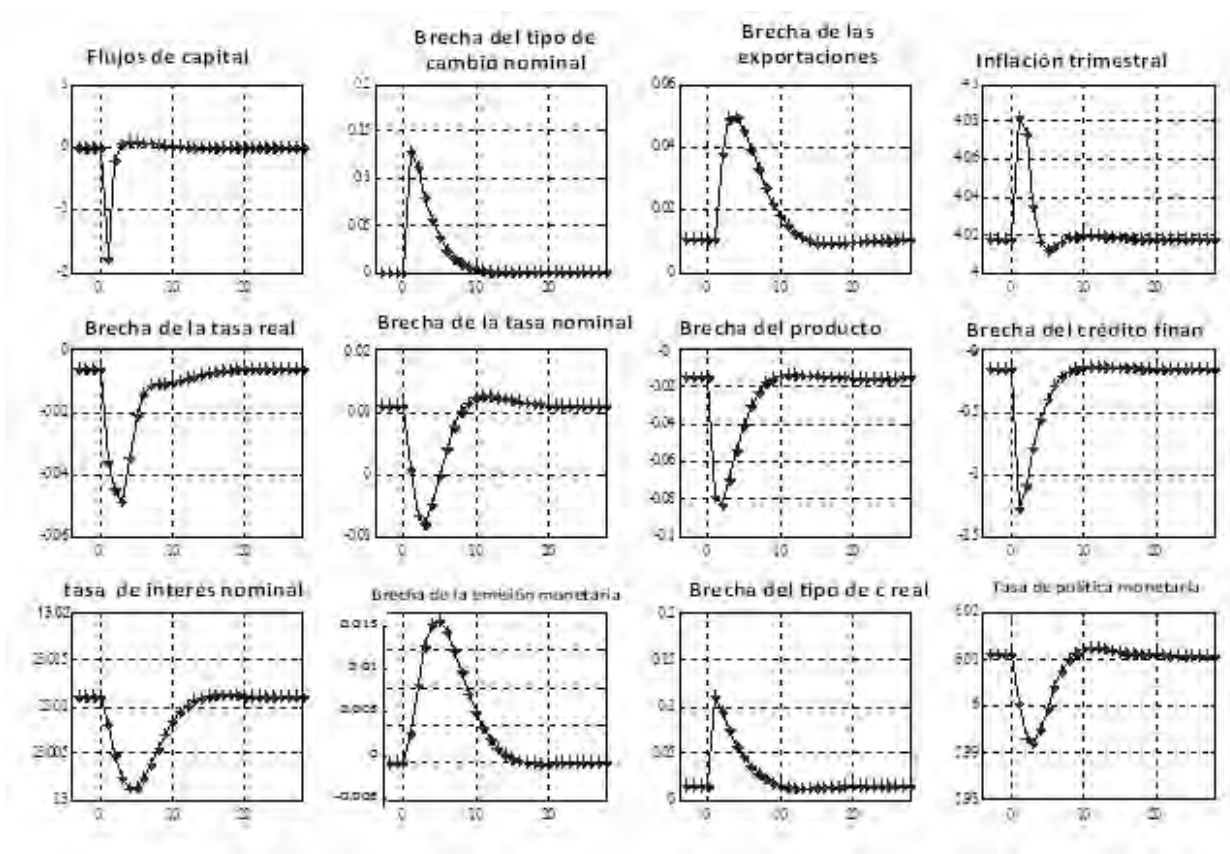
Estos cuestionamientos y otros que puedan darse son totalmente válidos y los mismos se tratarán de responder

en los siguientes apartados. Sin embargo, los resultados son totalmente discutibles y no pretenden ser una verdad absoluta dado que la única forma de contrastarlos es con la evidencia empírica. Más bien pretenden ser un marco de discusión y análisis con el fin de profundizar en un tema tan interesante como es la estabilidad financiera.

#### b) Shock de 1.8% negativa en los flujos financieros

Otro ejercicio que se consideró es cómo reaccionaría el modelo a un shock de 1.8 (de similar magnitud al experimentado en 2008), año más álgido de la crisis financiera, que actualmente continúa en muchos países y regiones. El mencionado shock se presenta en la gráfica 12 y tiene el efecto de depreciar el tipo de cambio nominal 0.12%, aumentar positivamente la brecha de las exportaciones (aunque de forma muy ligera 0.05%), aumentar la inflación trimestral de un valor inicial de 4% (estado estacionario) a 4.09% en forma trimestral anualizado.

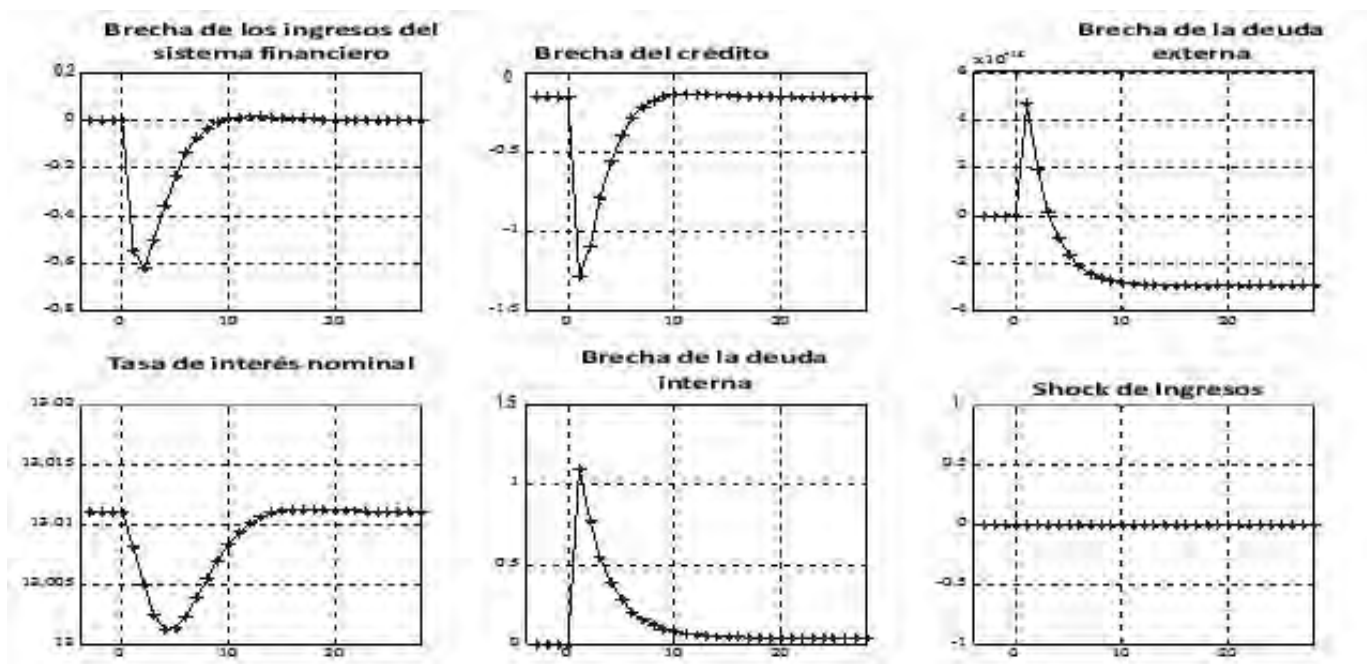
Gráfica 12



Por su parte, tanto la brecha de la tasa de interés real como nominal se vuelven negativas derivado del incremento en la inflación y que la tasa de política monetaria se reduce levemente, esto se debe a que como veremos en la gráfica 15, la brecha de estabilidad financiera se deteriora y derivado de dicho componente, tan incluido en la función de reacción de la política monetaria, ante un deterioro muy pronunciado dicha brecha la tasa de política monetaria reacciona. Por otro lado, podemos apreciar en la gráfica 15 que la brecha del producto se deteriora derivado de la caída en la brecha de la demanda interna y de la reducción de la brecha del crédito financiero (como consecuencia de la reducción en los flujos financieros y de la brecha del producto).

En la gráfica 13 podemos apreciar que la brecha de los ingresos del sistema financiero se reduce derivado principalmente de la caída de la brecha del crédito (menos demanda de crédito) y de la reducción en la tasa de interés activa en términos nominales, compensa la reducción en la brecha de los ingresos del sistema financiero, el aumento en la deuda interna del gobierno, esta ecuación tiene mucha inercia dado que para el gobierno es difícil reducir sus gastos de forma abrupta, y ante la caída de los flujos financieros externos, se incrementa la demanda de flujos financieros internos y de allí que aumente la brecha de la deuda interna que es financiada por el sistema financiero doméstico.

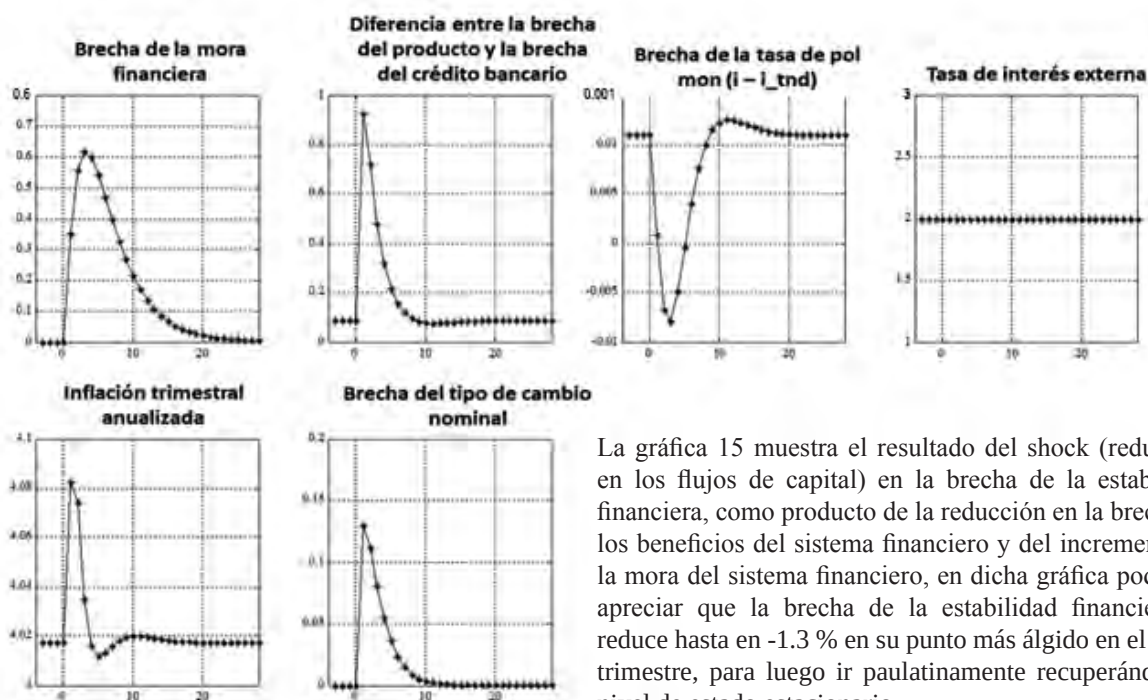
Gráfica 13



Por su parte, la gráfica 14 nos muestra el comportamiento de la brecha de la mora del sistema financiero, en este resultado influye la caída en la brecha del producto, el aumento de la inflación, el aumento del tipo de cambio nominal y real, aunque compensa de cierta manera la caída en las tasas de interés derivado de la reducción de la tasa de interés de política monetaria que, si bien es marginal, influye derivado del canal de expectativas y afecta las tasas nominales, el cual es el canal de transmisión principal de la política monetaria.

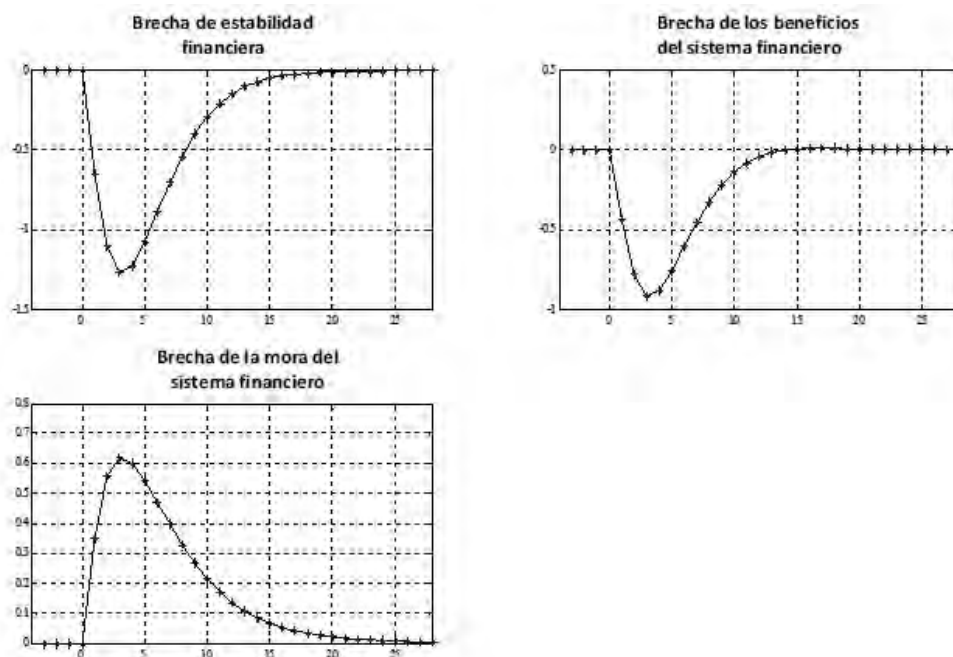


Gráfica 14



La gráfica 15 muestra el resultado del shock (reducción en los flujos de capital) en la brecha de la estabilidad financiera, como producto de la reducción en la brecha de los beneficios del sistema financiero y del incremento en la mora del sistema financiero, en dicha gráfica podemos apreciar que la brecha de la estabilidad financiera se reduce hasta en -1.3 % en su punto más álgido en el tercer trimestre, para luego ir paulatinamente recuperándose a nivel de estado estacionario.

Gráfica 15





## 7. Aproximación empírica de la brecha de estabilidad financiera para Guatemala (una aproximación)

Un modelado sistemático de una métrica de estabilidad financiera se debería comportar como un ciclo financiero con pico y caída, los cuales deberían ser capaces de acomodar los hechos estilizados sucedidos en la economía nacional, esto plantea desafíos analíticos. En tal sentido, los modelos deben ser capaces de replicar satisfactoriamente el pasado reciente y tratar de establecer parámetros de largo plazo que permitan tener trayectorias futuras probables, las cuales puedan ser utilizadas dentro del modelo macroeconómico y luego hacer conjeturas acerca de qué estrategias se pueden seguir para lograr esto.

Según Borio (2011), el primer aspecto a tener en cuenta es que los auges financieros deben no sólo preceder a las caídas, sino también causarlas. *“El auge siembra las semillas de la posterior caída, como resultado de las vulnerabilidades que se acumulan durante esta fase”*. Esta perspectiva está más cerca de la visión prevaleciente antes de la Segunda Guerra Mundial sobre las fluctuaciones económicas, vistas éstas como el resultado de fuerzas endógenas que perpetúan ciclos (irregulares). Esto es más difícil de conciliar con la visión predominante actual de ciclos económicos, que se remonta a Frisch (1933), la cual ve estos ciclos como el resultado de shocks exógenos aleatorios transmitidos a la economía mediante mecanismos de propagación inherentes a la estructura económica (Borio et al (2001)). Y es especialmente difícil de conciliar con los enfoques asociados a la tradición del ciclo económico real, en el que, en ausencia de shocks persistentes, la economía retorna rápidamente al estado estacionario. En este caso, gran parte de la persistencia en el comportamiento de la economía es derivada de la persistencia de los shocks mismos (por ejemplo, Christiano et al (2005), Smets y Wouters (2003)). Cabe suponer que estos choques pueden ser considerados como una medida de nuestra ignorancia, más que de nuestra comprensión, por lo cual este enfoque deja gran parte del comportamiento de la economía sin explicación.

En los modelos tradicionales modelar factores o componentes financieros ha estado fuera del ámbito de los modeladores, dado por los supuestos utilizados. Según Borio (2011), los factores financieros en general desaparecieron progresivamente de la pantalla de radar de los macroeconomistas. Las finanzas llegaron a ser

vista efectivamente como un velo, un factor que, como primera aproximación, puede ser ignorado cuando se trata de entender las fluctuaciones de la economía (ejemplo: Woodford (2003)). Y cuando se incluye dentro de los modelos, únicamente incrementa la persistencia del impacto de un shock en la economía, retrasando el retorno de la misma a su estado estacionario (Bernanke et al (1999)). Sin embargo, como reacción a la crisis financiera de las economías avanzadas ocurrida al final de los años 2000, los economistas están tratando de incorporar factores financieros dentro de los modelos macroeconómicos estándar. No obstante, lo que prevalece en la mayoría de los casos es una estrategia conservadora, incorporando las así llamadas fricciones financieras, en los bien comportados modelos macroeconómicos de equilibrio, modelos construidos sobre la base de los llamados modelos de ciclo real. La aproximación más utilizada es la de los denominados Modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico Neo-Keynesianos. En muchos casos el incluir una variable de tasa de interés se menciona que siendo esta el precio del dinero, en ella se están reflejando las condiciones del mercado financiero y sus movimientos al alza y a la baja, representan el comportamiento del sistema en su conjunto. Lo que se plantea en este documento es entender a la economía como su sucesión de ciclos con auges y caídas, y no pensar que la economía ya no presenta esa característica como fue la corriente principal, este hecho es sostenido por Zarnowitz (1992), Laidler (1999) y Besomi (2006) como sostiene Borio. Con la finalidad de establecer una relación entre las estimaciones econométricas realizadas, el comportamiento histórico de la información disponible y establecer una historia de la brecha de Estabilidad Financiera para Guatemala se procedió al cálculo de la misma partiendo de los componentes propuestos por Goodhart, Tsomocos y Sunirand (2006). Para el efecto, se procedió a partir del planteamiento teórico, encontrado en la bibliografía y representado en las ecuaciones del modelo macroeconómico, para lo cual inicialmente se obtuvieron las brechas de los costos y la brecha de los ingresos del sistema bancario y finalmente con base en las mismas se estableció una brecha de estabilidad financiera<sup>4</sup>.

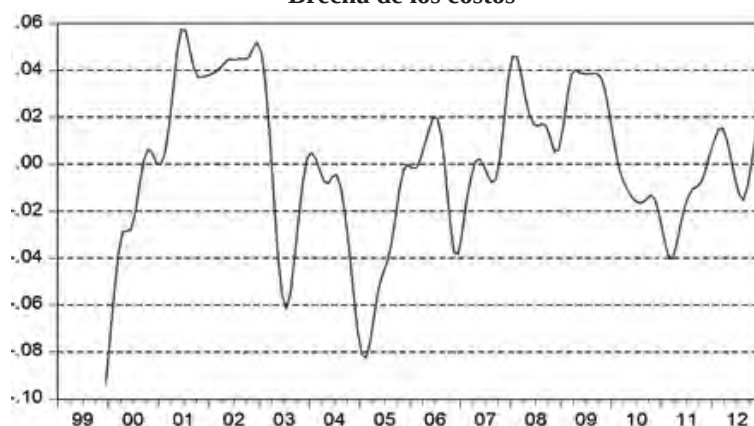
<sup>4</sup> El tratamiento de todas las series en brechas fue el siguiente: de la serie original de, por ejemplo de utilidades, se obtuvo su logaritmo, posteriormente se desestacionaliza por medio del X12 Arima, después se obtiene su tendencia-ciclo por el mismo software y finalmente se divide en tendencia y ciclo por medio de un filtro Hodrick-Prescott.

### 7.1. Brecha de los costos del sistema financiero

En la gráfica 16 se puede observar el logaritmo de la brecha de los costos del sistema bancario. En dicha gráfica se pueden observar dos periodos en la historia en los cuales la brecha de los costos tuvo un comportamiento positivo,

específicamente en el periodo 2001-2003 y 2008-2010, en dichos periodos la variable tuvo una aceleración mayor que su tendencia de largo plazo y es por ello que presenta brechas positivas.

**Gráfica 16**  
**Brecha de los costos**

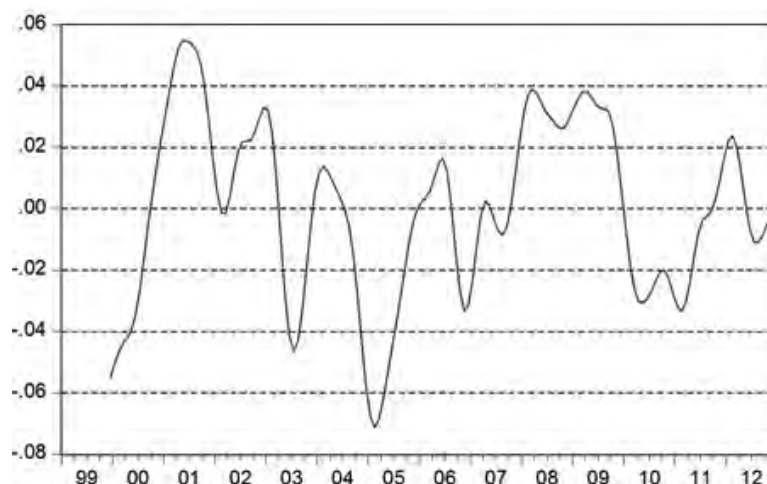


### 7.2. Brecha de los ingresos del sistema bancario

Por su parte, en la gráfica 17 se muestra el comportamiento de la brecha de los ingresos del sistema bancario. En dicha gráfica podemos apreciar que los ingresos presentan cierta oscilación tanto positiva como negativa sobre su

tendencia de largo plazo, pero el año 2008 e inicios de 2009 se muestran como un periodo en donde se aceleran los ingresos presentando una brecha positiva.

**Gráfica 17**  
**Brecha de los ingresos**



### 7.3. Brecha de las utilidades del sistema financiero

Derivado de los datos obtenidos de las brechas anteriores, se obtuvo una estimación de la brecha de las utilidades bancarias por medio de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (línea gris oscuro), el cual es contrastado con la

brecha de las utilidades obtenida directamente de los datos históricos (línea gris claro) de dicha variable, tal como se observa en la gráfica 18.

Gráfica 18



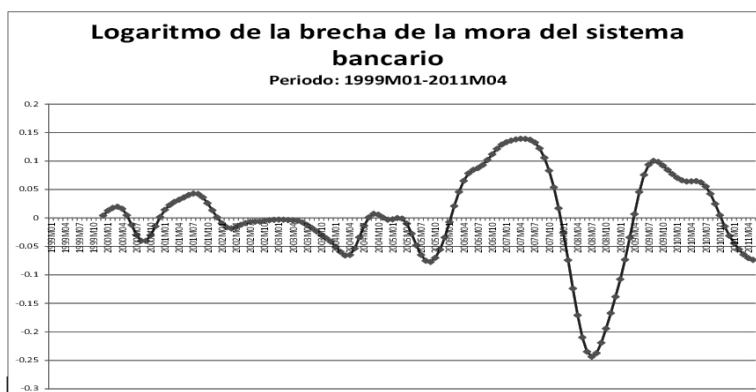
Como se observa en la gráfica 18, la estimación obtenida y sus parámetros replican de buena manera las tendencias negativas y positivas de los datos históricos, de forma que los mismos fueron utilizados como coeficientes dentro del modelo macroeconómico descrito.

### 7.4. Brecha de la mora del sistema financiero

Finalmente, en la gráfica 19 se observa la brecha de la mora del sistema bancario en Guatemala. Usualmente en

Guatemala la mora bancaria ha sido relativamente baja, sujeta a cambios en su conformación entre otros aspectos de la misma. No obstante, en dicha gráfica se puede observar dos periodos relevantes muy claramente y es el referente al destacado con la letra A que se refiere a la intervención de un banco muy importante en Guatemala en el año 2006-2007 y al destacado dentro de la gráfica con la letra B referente a la crisis financiera actual.

Gráfica 19



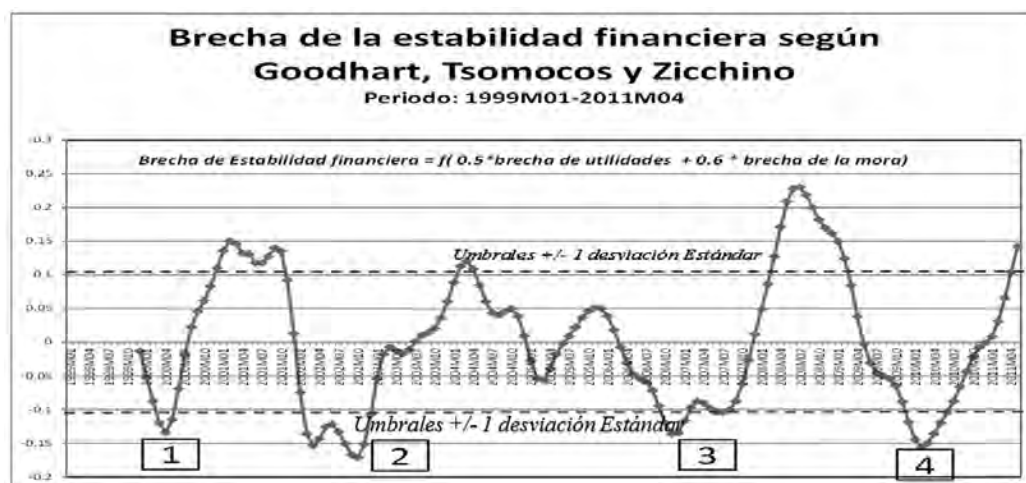
### 7.5. Brecha de la estabilidad del sistema financiero

Con base en esta información se procedió a calcular una brecha de estabilidad financiera para Guatemala del periodo 1999 a 2011. Dicha estimación está basada en la brecha de las utilidades y la brecha de la mora, ambas del sistema bancario. Para esta estimación se calibró un modelo con un coeficiente de aproximadamente 0.5 para la brecha de utilidades y un coeficiente de 0.6 para la brecha de la mora. Se establecieron umbrales de  $\pm 1$  desviación estándar para determinar periodos en donde

la brecha de utilidad fuera negativa y pusiera en riesgo el sistema financiero. Se determinaron o encontraron 4 momentos señalados en la gráfica 20, en los cuales dicha variable cruzaba este umbral.

1. Intervención de bancos comerciales (finales de 1999- inicios de 2000)
2. Septiembre del año 2001 hasta finales de 2002
3. Intervención de banco comercial (finales de 2006 y mediados de 2007)
4. Crisis financiera mundial (2009 e inicios de 2010)

Gráfica 20



Como puede observarse al realizar el cálculo de la brecha de estabilidad financiera histórica para el periodo 1999-2011 se encontraron 4 periodos que responden de alguna manera a hechos históricos que efectivamente afectaron el desempeño del sistema financiero en Guatemala.

### 8. Robustez de las brechas utilizadas

Con la finalidad de verificar la robustez de las brechas utilizadas se procedió a estimar las mismas con diversas metodologías para verificar si se mantiene su tendencia tanto positiva y negativa de los datos históricos. Según Pizarro (2000), en la actualidad existen dos filtros lineales de amplio uso en los estudios económicos: el filtro Baxter-King y el filtro Hodrick-Prescott.

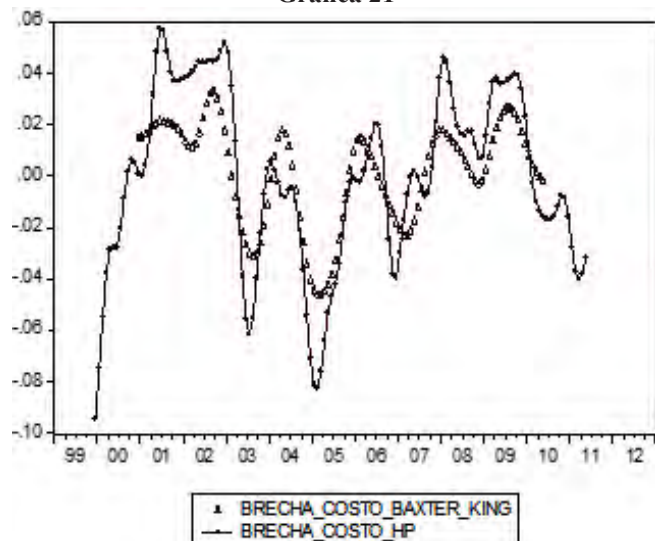
En las gráficas 21 y 22 se muestra la brecha de los costos y de los ingresos del sistema bancario utilizando el filtro Hodrick-Prescott<sup>5</sup> (línea continua con puntos) como el

filtro Baxter-King<sup>6</sup> (línea negra discontinua). En el caso del filtro HP se utilizó un  $\lambda$  estándar para series mensuales, es decir, con un valor de 14400. En el caso del filtro Baxter-King se utilizó con 12 rezagos y 12 adelantos. Como se observa en las gráficas 21 y 22 dichas medidas de brecha se mueven con bastante similitud en la mayoría de casos, no obstante el filtro HP es más pronunciado en los picos como en las caídas de estos ciclos históricos tanto para el caso de los costos del sistema financiero en su conjunto como en el caso de los ingresos.

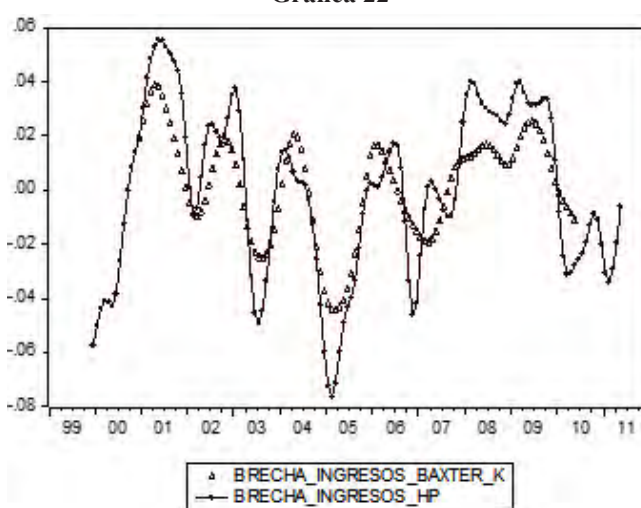
<sup>5</sup> El filtro de Hodrick-Prescott es un método para extraer el componente secular o tendencia de una serie temporal, propuesto en 1980 por Robert J. Hodrick y Edward C. Prescott. Descompone la serie observada en dos componentes, uno tendencial y otro cíclico. El ajuste de sensibilidad de la tendencia a las fluctuaciones a corto plazo es obtenido modificando un multiplicador  $\lambda$ .

<sup>6</sup> El filtro Baxter-King consiste en un método de extracción de ciclos de las series económicas, que se caracteriza por permitir al investigador definir el tipo de ciclo que presenta la variable que se analiza.

Gráfica 21

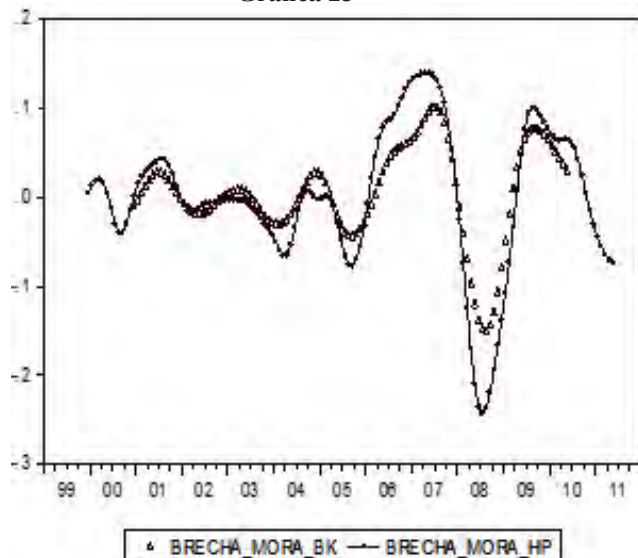


Gráfica 22

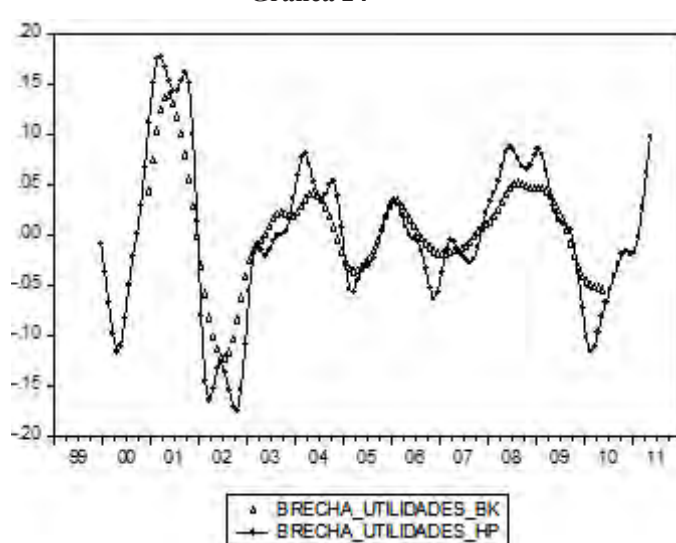


En las gráficas 23 y 24 se presentan la brecha de la mora bancaria y la brecha de las utilidades del sistema bancario utilizando nuevamente el filtro Baxter-King como el filtro HP.

Gráfica 23



Gráfica 24



Como se observa en dichas gráficas se conservan la dirección tanto de las brechas positivas como negativas, manteniéndose el diagnóstico de las mismas, más no la intensidad de las mismas, ya que nuevamente el filtro HP (línea negra continua) es más aguda tanto en los picos como en las caídas.



## 9. Estimación de las ecuaciones

El trabajo de investigación y los resultados se inician con el supuesto de que las variables independientes no están correlacionadas con el término de error. Sin embargo, cuando esta suposición no se mantiene, la regresión de mínimos cuadrados ordinarios ya no produce parámetros insesgados y consistentes. Un modelo econométrico presenta endogeneidad cuando existe correlación entre las variables explicativas y el término de error. Esto se da al violarse el supuesto del teorema de Gauss-Markov, según el cual las variables explicativas son no estocásticas. Existen diferentes casos en los que se puede presentar un problema de endogeneidad: simultaneidad, error de

medición y variables omitidas. La forma sugerida en la literatura de corregir dicho problema es mediante el método de Variables Instrumentales<sup>7</sup>, un procedimiento que utiliza esta solución y que cumple estos requisitos es la técnica denominada Método Generalizado de Momentos, técnica con la cual se realizaron todas las estimaciones.

En el cuadro 1 se muestran las estimaciones de las ecuaciones (6), (7), (8) y (9), las cuales fueron estimadas por medio del Método Generalizado de Momentos con la finalidad de obtener los valores “betas” que se incluirían en el set de parámetros del modelo o sus valores aproximados. En la mayoría de casos fueron significativos a un nivel de 1%.

**Cuadro 1**  
Estimación de las ecuaciones de Costos, Ingresos y Beneficios del sistema bancario

| Parámetro      | Variable   | Ecuación 6 | Variable   | Ecuación 7 | Variable   | Ecuación 8 | Variable   | Ecuación 9 |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| C(1) constante | $\alpha_f$ | 0.001 ***  | $\alpha_f$ | 0.020 ***  | $\alpha_f$ | 0.149 ***  | $\alpha_f$ | 0.14 **    |
| C(2)           | $l_1$      | 0.890 ***  | $m_1$      | 0.625 ***  | $n_1$      | 0.752 ***  | $o_1$      | 0.09 **    |
| C(3)           | $l_2$      | -0.140 *   | $m_2$      | 0.871 ***  | $n_2$      | 0.239 ***  | $o_2$      | 0.24 *     |
| C(4)           | $l_3$      | 0.182 *    | $m_3$      | 0.390 **   | $n_3$      | 0.289 **   | $o_3$      | 0.12 *     |
| C(5)           |            |            | $m_4$      | 0.140 *    |            |            | $o_4$      | 0.17 *     |
|                |            |            | $m_5$      | 0.101 *    |            |            |            |            |
| R <sup>2</sup> |            | 0.31       |            | 0.69       |            | 0.79       |            |            |
| N              |            | 30         |            | 30         |            | 30         |            |            |

\* Significativo a un nivel del 10%

\*\* Significativo a un nivel del 5%

\*\*\* Significativo a un nivel del 1%

Las series históricas utilizadas son en frecuencia trimestral desde el año 2002 a 2011. No obstante, para la robustez de las estimaciones se debe de utilizar un periodo más extenso, pero que por razones de acceso a la información por el momento no fue posible.

## 10. Umbral de crecimiento del crédito bancario que pone en peligro la estabilidad financiera

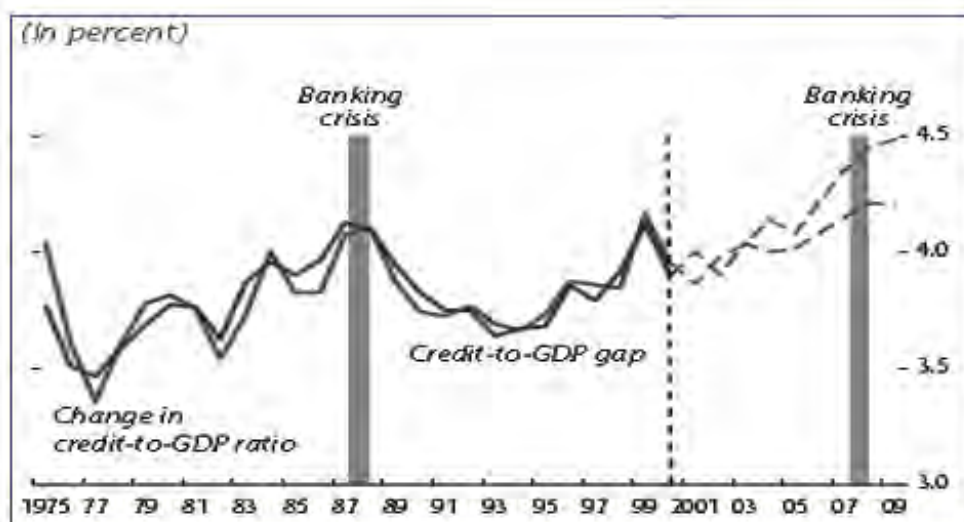
Una pregunta que frecuentemente surge en los analistas económicos es cuál es el umbral en el que el crédito puede crecer determinado número de veces sobre el crecimiento económico sin poner en peligro la estabilidad financiera. Revisando la teoría existente al respecto no existen muchos

documentos en donde se brinden umbrales que relacionen estas variables y que las mismas se relacionen con crisis bancarias. La respuesta no es fácil y depende de muchos factores. El capítulo 3 del documento “Global Financial Stability Report” 2011 del Fondo Monetario Internacional (FMI) se hace esta misma pregunta y establece algunos criterios al respecto. La gráfica 25, tomada de dicho reporte, presenta dos variables, se muestra la variación del ratio crédito respecto a la variación de PIB y se muestra la variación del crédito respecto a la brecha del producto y se señala en color gris la ocurrencia de crisis bancarias

<sup>7</sup> Ver Econometría, Modelos y Pronósticos. Pindyck y Rubinfeld. 2001.

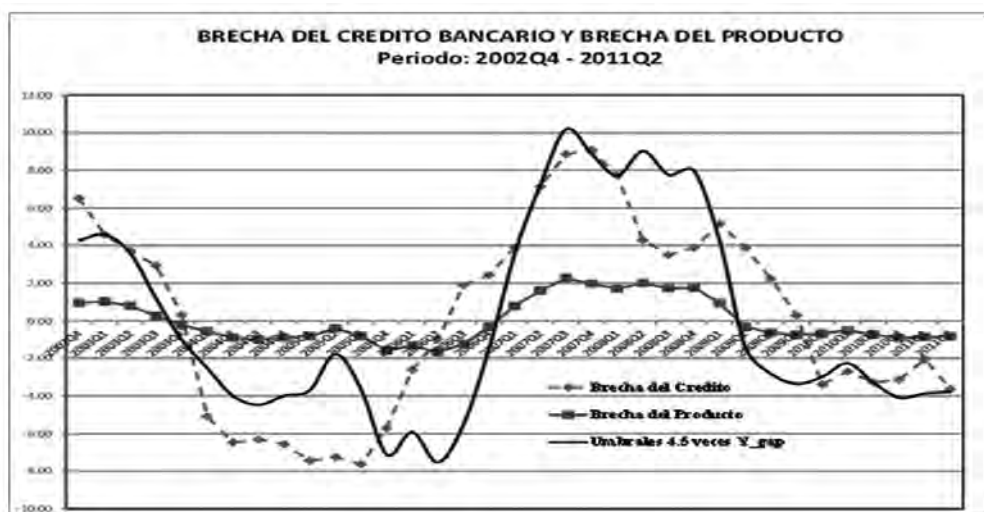
en Estados Unidos de América. Como se puede apreciar en ambos indicadores cuando el crédito bancario sobrepasa 4 veces el PIB o la brecha del producto, existe riesgo de crisis. En la ecuación 9 del modelo, propuesto en este documento, se establece una variable al respecto, en la cual se establece un criterio de 4.5 veces. Por ejemplo, si la *brecha del producto* crece 2.5 y la brecha del crédito crece 8.5, nuestro umbral sería de  $2.5 \times 4.5 = 11.25$ .

Gráfica 25



En la gráfica 26 se puede observar estos umbrales para el caso de Guatemala. En dicha gráfica se puede observar qué líneas representan el umbral (línea negra continua) y la brecha del crédito bancario (línea gris punteada con círculo), así como la brecha del producto (línea gris punteada con cuadros), en ella se observa que la brecha del crédito en Guatemala se ha mantenido dentro de los umbrales propuestos en el mencionado documento del Fondo Monetario Internacional.

Gráfica 26



## 11. Conclusiones

La estabilidad financiera es un concepto que se puede visualizar desde distintas perspectivas dada la complejidad del mismo, por lo que se debe tener una amplia variedad de indicadores que nos permitan tener un conocimiento más amplio del mismo. Algunos autores lo describen como un continuo en el tiempo, o sea, es un concepto que debe de adaptarse permanentemente a las circunstancias, de lo contrario puede quedarse obsoleto. Esto derivado de que el sistema financiero constantemente incorpora nuevos instrumentos, nuevos retos desde ámbitos nacionales e internacionales, nuevas regulaciones, nuevos procesos de consolidación, por lo que se deben de ampliar los mecanismos de análisis y supervisión, el no hacerlo se condena a realizar los mismos errores, caracterizados por la miopía teórica, la falta de estudio, el rechazo a nuevos conceptos de análisis y por ello a la exclusión de lo que no se comprende. Por su parte, el esquema monetario de metas explícitas de inflación ha sido un esquema que ha evolucionado en el tiempo, desde establecer metas sobre inflaciones subyacentes, como originalmente fue en Nueva Zelanda hasta el establecimiento de metas sobre inflaciones totales, por poner un ejemplo. Existe cierto rechazo a modificar el asidero teórico por parte de algunos destacados autores, pero la realidad es que se debe de revisar todos los aspectos teóricos de este esquema, no porque estén erróneos (que eso solo el tiempo lo dirá) sino más bien si es posible mejorarlo y adaptarlo a las nuevas exigencias, tal como sugiere una nueva corriente teórica que se ha mencionado en este documento.

Como se ha demostrado en este documento, el esquema de metas explícitas de inflación puede ser susceptible de incorporar también aspectos de estabilidad financiera, sin que ello signifique renunciar a sus objetivos fundamentales, sino más bien lo que se pretende es ampliar los horizontes del esquema de metas explícitas de inflación. En este trabajo se presenta un modelo macroeconómico para entender el comportamiento de las principales variables macroeconómicas y su impacto sobre la estabilidad financiera en Guatemala y a la vez si incluye dicha estabilidad financiera dentro de la función de reacción del banco central. Para esto se usó una variante de Modelo Macroeconómico Semiestructural desarrollada por el Departamento de Investigaciones Económicas del Banco de Guatemala, agregando ecuaciones que modelan el incumplimiento bancario y los beneficios bancarios, los

cuales son endógenos dentro del modelo (en la mayoría de las variables), para después obtener el concepto de estabilidad financiera y que la misma puede ser incluida como variable de consideración de la banca central, en la regla de Taylor. Estas modificaciones y la estructura sobre la que se basa permiten analizar las consecuencias que tendrían cambios en las principales variables macroeconómicas (por ejemplo, la posición de política monetaria) sobre el sistema financiero, debido a que estos movimientos afectan tanto el índice de morosidad bancaria y sobre los beneficios bancarios.

Los resultados obtenidos indican que ante cambios de la política monetaria pueden modificar el estado estable de la brecha de estabilidad financiera, pero eso no implica que se perturbe de una manera ostensible conforme los resultados obtenidos, y contrastando con la evidencia empírica disponible. Ante un shock negativo en los flujos de capital de las dimensiones experimentadas en 2008, el modelo recomienda bajar la tasa de política monetaria para compensar la caída en variables fundamentales de la economía como es el crédito y el producto (brecha del crédito y del producto a la baja). Este modelo es incompleto en el sentido que se debe de modelar de mejor manera el comportamiento del sistema financiero dado que las ecuaciones que lo caracterizan deben de ser más completas. No obstante, se considera una primera aproximación a solucionar este tema. Utilizando las estimaciones obtenidas econométricamente (y que son utilizadas en su mayoría dentro de la calibración del modelo macroeconómico) permite desarrollar un serie histórica de la brecha de estabilidad financiera e identificar periodos dentro de la misma, especialmente los que han sido de tensión financiera para el sistema financiero de Guatemala, lo que se considera una contribución al entendimiento de la misma, si bien se destaca que la misma necesita más análisis y tiempo de trabajo. Los modelos macroeconómicos son una herramienta de análisis que nos permite tener una visión diferente a la de indicadores financieros tradicionales, debido a que se mide por medio de los grandes agregados de la economía. Sin embargo, esta metodología no está libre de errores y omisiones. Muchos modelos se incluyen en brechas sobre su nivel tendencial, los cuales en su mayoría miden su posición a partir de algún nivel de estado estacionario. Este trabajo es una aproximación

para analizar la estabilidad financiera por medio de un modelo que permite analizar el comportamiento de las variables que determinan la estabilidad financiera. Sin embargo, presenta falencias en su modelación que impiden replicar algunos comportamientos observados que en posteriores desarrollos del mismo pretenden ser mejorados. Los resultados anteriores son totalmente discutibles y no pretenden una verdad absoluta, sino más bien pretenden ser un marco de discusión y análisis con el fin de profundizar en un tema tan interesante como es la estabilidad financiera en futuros trabajos.

## 12. Bibliografía

1. Adasme, Osvaldo, Giovanni Majnoni y Myriam Uribe (2006). "Calibración del Riesgo de Crédito en los Países Emergentes: La Experiencia de Chile," Serie Técnica de Estudios, Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras.
2. Alfaro, Rodrigo, Daniel Calvo y Daniel Oda (2009). "Riesgo de Crédito de la Banca de Consumo," Economía Chilena 12(3): 59-77.
3. Alfaro, Rodrigo, Natalia Gallardo y Roberto Stein (2010). "The Determinants of Household Debt Default," Documento de Trabajo Nr. 574, Banco Central de Chile.
4. Bloem, Adriaan M. y Russel Freeman (2005). "The Treatment of Nonperforming Loans," Issue Paper Prepared for the July 2005 Meeting of the Advisory Expert.
5. Cihak, M. (2006). How do central banks write on financial stability? IMF Working Paper 06/163.
6. Estrada, D.; A. Gonzalez Arbelaez y J. Gutierrez Rueda. (2008). The effects of diversification on bank's expected returns. Borradores de Economía 524, Banco de la República.
7. Goodhart, C.; P. Sunirand y D. Tsomocos. (2006a). A model to analyze financial fragility. Economic Theory. 27, pp. 107-142.
8. Goodhart, C.; P. Sunirand y D. Tsomocos. (2006b). A time series analysis of financial fragility in the UK banking system. Annals of Finance. 2 (1), pp. 1-21.
9. Haugland, K. y B. Vikren. (2006). Financial stability and monetary policy – theory and practice. Economic Bulletin. 1, pp. 24-31. Norges Bank.
10. Leao, E. y P. Leao. (2007). Modelling the central bank repo rate in a dynamic general equilibrium framework. Economic Modelling. 24, pp. 571-610.
11. Laxton, Douglas, David Rose y Alasdair Scott (). Developing a Structured Forecasting and Policy Analysis System to Support Inflation-Forecast Targeting (IFT). IMF Working Paper WP/09/65.
12. Pagan, A. (2003). Report on modeling and forecasting at the Bank of England. Bank of England Quarterly Bulletin. Primavera, pp. 1-29.
13. Adrian, T. and H. Shin (2010). "Financial intermediaries and monetary economics", in B. Friedman and M. Woodford (eds.) Handbook of Monetary Economics, Vol. 3, Amsterdam: North Holland, pp: 601-650.
14. Aikman, D., A. Haldane and B. Nelson (2010). "Curbing the credit cycle", paper presented at the Columbia University Center on Capitalism and Society Annual Conference, New York, November.
15. Alessi, L. and C. Detken (2009). "Real time early warning indicators for costly asset price boom/bust cycles: A role for global liquidity", ECB Working Paper, no. 1039.
16. Avdjiev, S., R. McCauley and P. McGuire (2012). "Rapid credit growth and international credit: Challenges for Asia", BIS Working Papers, no 377, April.
17. Baba N., S. Nishioka, N. Oda, M. Shirakawa, K. Ueda and H. Ugai (2005). "Japan's deflation, problems in the financial system and monetary policy", BIS Working Papers, no. 188.
18. Baliño, T. (1987). "The Argentine banking crisis of 1980", IMF Working Papers, no. WP/87/77.
19. Ball, L. (2006). "Has Globalization changed inflation?" NBER Working Paper, no. 12687.

20. Bank for International Settlements (2010). 80th BIS Annual Report, June.
21. Bank of Canada (2011). Renewal of the inflation-control target – Background information, November.
22. Borio, C. (2007). “Monetary and prudential policies at a crossroads? New challenges in the new century”, *Moneda y Crédito*, 224, pp. 63–101. Also available as BIS Working Papers, no. 216, September 2006. “Challenges and a way forward”, *Annual Review of Financial Economics*, vol. 3, December, pp. 87–117. Also available as BIS Working Papers, no. 355, October.
23. Jones and R. Pringle (eds). *The Future of Central Banking*, Central Banking Publications. Also available, in slightly extended form, as BIS Working Papers, no. 353, September.
24. Borio, C. and P. Disyatat (2010). “Unconventional monetary policies: an appraisal”, *The Manchester School*, 78(s1), pp. 53–89, September. Also available as BIS Working Papers, no. 292, 2009, November.
25. Borio, C., P. Disyatat and M. Juselius (2012). “Rethinking potential output: embedding information from the financial cycle”, BIS mimeo.
26. Borio, C. and M. Drehmann (2009). “Assessing the risk of banking crises – revisited”, *BIS Quarterly Review*, March, pp. 29–46.
27. Borio, C. and A. Filardo (2007). “Globalization and inflation: new cross-country evidence on the global determinants of domestic inflation”, *BIS Working Papers*, no 227, May.
28. Borio, C., C. Furfine and P. Lowe (2001). “Procyclicality of the financial system and financial stability: Issues and policy options” in “Marrying the macro- and micro-prudential dimensions of financial stability”, *BIS Papers*, no 1, March, pp: 1–57.
29. Borio, C. and P. Lowe (2002), “Assessing the risk of banking crises”, *BIS Quarterly Review*, December, pp. 43–54.
30. Borio, C., B. Vale and G. von Peter (2010). “Resolving the financial crisis: Are we heeding the lessons from the Nordics?”, *Moneda y Crédito*, 230, pp. 7–47. Also available as BIS Working Papers, no. 311, July.
31. Borio, C., R. McCauley, and P. McGuire (2011). “Global credit and domestic credit booms” *BIS Quarterly Review*, September, pp. 43–57.
32. Borio, C. and W. White (2003). “Whither monetary and financial stability? The implications of evolving policy regimes”, in *Monetary policy and uncertainty: adapting to a changing economy*, proceedings of a symposium sponsored by the Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, 28–30 August, pp. 131–211. Also available as BIS Working Papers, no. 147, February 2004.
33. Borio C. and H. Zhu (2011). “Capital regulation, risk-taking and monetary policy: a missing link in the transmission mechanism?”, *Journal of Financial Stability*, December. Also available as BIS Working Papers, no. 268, December 2008.
34. Brunnermeier, M., A. Crockett, C. Goodhart, M. Hellwig, A. Persaud and H. Shin (2009). “The fundamental principles of financial regulation”, *Geneva Reports on the World Economy*, no. 11.
35. Bruno, V. and H. S. Shin (2011). “Capital flows, cross-border banking and global liquidity”.
36. Burns, A. and W. C. Mitchell (1946). *Measuring Business Cycles*, National Bureau of Economic Research, New York.
37. Caballero R., E. Farhi and P. Gourinchas (2008). “An equilibrium model of “global imbalances” and low interest rates”, *American Economic Review*, vol. 98(1), pp. 358–93.
38. Caballero, R., T. Hoshi and A. Kashyap (2008). “Zombie lending and depressed restructuring in Japan”, *American Economic Review*, vol. 98, pp. 1943–77.
39. Calvo, G., A. Izquierdo, and E. Talvi (2006). “Phoenix miracles in emerging markets: recovery without



- credit from systemic financial crises", *American Economic Review*, vol. 96(2), pp. 405-410.
40. Calvo, G. and C. Reinhart (2002). "Fear of floating," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107(2), pp. 379-408.
  41. Cecchetti, S., M. Mohanty and F. Zampolli (2010). "The future of public debt: prospects and implications", BIS Working Papers, no 300, May.
  42. Cecioni M., G. Ferrero and A. Secchi (2011). "Unconventional monetary policy in theory and in practice", Bank of Italy Occasional Papers, no. 102.
  43. Martínez-García, E. and M. Wynne (2010). "The global slack hypothesis", Staff Papers, Federal Reserve Bank of Dallas, no. 10, September.
  44. Meaning J. and F. Zhu (2012). "The impact of Federal Reserve asset purchase programmes: another twist", BIS Quarterly Review, March, pp. 23-32.
  45. Mendoza, E. and M. Terrones (2008). "An anatomy of credit booms: Evidence from macro aggregates and micro data", NBER Working Paper 14049.
  46. Metzler, L. (1960). "The process of international adjustment under conditions of full employment: A Keynesian view," paper presented at the Econometric Society, December; reprinted in Richard E. Caves and Harry G. Johnson, eds., *Readings in international economics*, Homewood, IL: Irwin, 1968.
  47. Minsky, H. (1982). "Can 'it' happen again?", *Essays on Instability and Finance*, Armonk: M. E. Sharpe.
  48. Mises, L. von (1912). *The theory of money and credit*, Foundation for Economic Education 1971, reprint, New York.
  49. Mishkin, F. (2007). "Estimating potential output", speech delivered at the Conference on Price measurement for monetary policy, sponsored by the Federal Reserve Bank of Dallas, Dallas, Texas, 24 May.
  50. Nakaso, H. (2001). "The financial crisis in Japan during the 1990s: how the Bank of Japan responded and the lessons learnt", BIS Papers, no. 6, October.
  51. Ng, T. (2011). "The predictive content of financial cycle measures for output fluctuations", BIS Quarterly Review, June, pp. 53-65.
  52. Obstfeld, M. (2011). "Gross financial flows, global imbalances, and crises", Twelfth L. K. Jha Memorial Lecture, Reserve Bank of India, 13 December.
  53. Okun, A. (1962). "Potential GNP, its measurement and significance", Cowles Foundation, Yale University.
  54. Peek, J. and E. Rosengren (2005). "Unnatural selection: Perverse incentives and the misallocation of credit in Japan", *American Economic Review*, vol. 95, pp 1144-1166.
  55. Perotti, R. (1999). "Fiscal policy in good times and bad", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114(4), pp. 1399-1436.
  56. Philippon, T. (2008). "The evolution of the US financial industry from 1860 to 2007: Theory and evidence," NYU Stern Working Paper.
  57. Price, R. and T-T Dang (2011). "Adjusting fiscal balances for asset price cycles", OECD Economics Department Working Papers, no. 868.
  58. Rajan, R. (2005). "Financial markets, financial fragility, and central banking", paper presented at The Greenspan era: Lessons for the future – Symposium sponsored by the Federal Reserve Bank of Kansas City; Jackson Hole, Wyoming, 25-27 August.
  59. Ramaswamy, S. (2012). "The sustainability of pension schemes", BIS Working Papers, no. 368, January.
  60. Reinhart, C. and V. Reinhart (2010). "After the fall", NBER Working Paper, no. 16334, September.
  61. Reinhart, C. and K. Rogoff (2009). *This time is different: Eight centuries of financial folly*, Princeton: Princeton University Press.

62. Roeger, W. and J. in 't Veld (2009): "Fiscal policy with credit constrained households", European Commission Economic Papers, no. 357, January.
63. Schularick, M. and A. Taylor (2009). "Credit booms gone bust: Monetary policy, leverage cycles, and financial crises, 1870-2008. NBER Working Paper 15512, forthcoming in the American Economic Review.
64. Schumpeter, J. (1954). *History of Economic Analysis*. London: Allen and Unwin.
65. Shin, H. (2011). "Global banking glut and loan risk premium", Mundell-Fleming Lecture, 12th Jacques Polak Annual Research Conference, IMF, Washington DC, 10-11 November.
66. Shirakawa, M. (2010). "Revisiting the philosophy behind central bank policy", speech delivered at the Economic Club of New York, April 22.
67. Smets, F. and R. Wouters (2003). "An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area", *Journal of the European Economic Association*, vol. 1(5), pp. 1123- 1175.
68. Stock, J. (1987). "Measuring business cycle time", *Journal of Political Economy*, vol. 95(6), pp. 1240-1261.
69. Suárez, J. (2010). "The Spanish crisis: background and policy challenges", *CEPR Discussion Papers*, no. 7909.
70. Svensson, L. (2011a). "Practical monetary policy: Examples from Sweden and the United States," *Brookings Papers on Economic Activity*, Autumn, pp. 289-332.
71. Tang, G. and C. Upper (2010). "Debt reduction after crises", *BIS Quarterly Review*, September, pp. 25-38.
72. Taylor, J. (2010). "Macroeconomic lessons from the Great Deviation", in D. Acemoglu and M. Woodford (eds.) *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 25, pp. 387-95.
73. Tobin, J. (1961). "Money, capital, and other stores of value", *American Economic Review*, vol. 51, no. 2, pp. 26-37.
74. Tovar, C. (2005). "The mechanics of devaluations and the output response in a DSGE model: how relevant is the balance sheet effect?", *BIS Working Papers* no. 192, November.
75. Wicksell, K. (1898). *Geldzins und Güterpreise. Eine Untersuchung über die den Tauschwert des Geldes bestimmenden Ursachen*. Jena. Gustav Fischer (tr., 1936. *Interest and prices: A study of the causes regulating the value of money*, London: Macmillan).
76. Williams, J. (2011). "Unconventional monetary policy: Lessons from the past three years", *FRBSF Economic Letters*, 31.
77. Williamson, S. and R. Wright (2010). "New monetarist economics: Methods", in *Federal Reserve Bank of St Louis Review*, July/August, pp. 265-302.
78. White, W. (2012). "Ultra easy monetary policy and the law of unintended consequences", *Federal Reserve Bank of Dallas Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper* no. 126, September.
79. Woodford, M. (2003). *Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy*, Princeton: Princeton University Press.
80. Zarnowitz, V. (1992). *Business cycles: Theory, history, indicators and forecasting*, Chicago: University of Chicago Press.

## Anexo 1 Calibración utilizada

### Variables y calibración utilizada

Con la finalidad de ilustrar el modelo utilizado a continuación se presentan todas las ecuaciones utilizadas y los valores de los coeficientes.

#### Brecha del producto

$$l\_y\_gap = A1 * (A2 * l\_ci\_gap + A3 * l\_x\_gap + A4 * l\_g\_gap) + (1 - A1) * l\_y\_gap\{-1\} + shock\_l\_y\_gap$$

#### Coeficientes

$$A1 = 0.72$$

$$A2 = 0.60$$

$$A3 = 0.25$$

$$A4 = 0.15$$

En donde  $l\_y\_gap$  es la brecha del producto,  $l\_ci\_gap$  es la brecha del consumo e inversión,  $l\_x\_gap$  es la brecha de las exportaciones,  $l\_g\_gap$  es la brecha del gasto del gobierno y  $shock\_l\_y\_gap$  es el error de pronóstico.

#### Brecha del Consumo e Inversión

$$l\_ci\_gap = A5 * l\_ci\_gap\{-1\} + (1 - A5) * (A6 * l\_em\_gap\{-1\} + A7 * l\_cred\_gap) + shock\_l\_ci\_gap$$

$$A5 = 0.42$$

$$A6 = 0.25$$

$$A7 = 0.16$$

En donde  $l\_ci\_gap$  es la brecha del consumo e inversión,  $l\_em\_gap$  es la brecha de la emisión,  $l\_cred\_gap$  es la brecha del crédito, y  $shock\_l\_ci\_gap$  es el error de pronóstico.

#### Brecha de las exportaciones

$$l\_x\_gap = A8 * l\_x\_gap\{-1\} + (1 - A8) * (A9 * l\_z\_gap\{-1\} + A10 * l\_y\_star\_gap\{-1\}) + shock\_l\_x\_gap$$

$$A8 = 0.58$$

$$A9 = 0.48$$

$$A10 = 0.74$$

En donde  $l\_x\_gap$  es la brecha de las exportaciones,  $l\_z\_gap$  es la brecha del tipo de cambio real,  $l\_y\_star\_gap$  es la brecha del producto de Estados Unidos de América y  $shock\_l\_x\_gap$  es el error de pronóstico.

#### Brecha del Gasto del Gobierno

$$l\_g\_gap = A11 * l\_g\_gap\{-1\} + (1 - A11) * (A12 * l\_di\_gap + A13 * l\_de\_gap + A14 * l\_ingtrib\_gap) + shock\_l\_g\_gap$$

$$A11 = 0.71$$

$$A12 = 0.10$$

$$A13 = 0.10$$

$$A14 = 0.67$$

En donde  $l\_g\_gap$  es la brecha del gasto del gobierno,  $l\_di\_gap$  es la brecha del financiamiento interno,  $l\_de\_gap$  es la brecha de la deuda externa del gobierno,  $l\_ingtrib\_gap$  es la brecha de los ingresos tributarios y  $shock\_l\_g\_gap$  es el error de pronóstico.

#### Curva de Phillips

$$dl\_cpi = B1 * (B2 * dl\_cpi\{-1\} + (1 - B2) * E\_dl\_cpi) + (1 - B1) * (dl\_pet - dl\_z\_tnd) + B3 * l\_y\_gap\{-1\} + shock\_pc$$

$$B1 = 0.97$$

$$B2 = 0.23$$

$$B3 = 0.29$$

En donde  $dl\_cpi$  es la inflación trimestral anualizada,  $E\_dl\_cpi$  es la inflación trimestral esperada,  $dl\_pet$  son los precios importados,  $dl\_z\_tnd$  es la tasa de variación del tipo de cambio real tendencial,  $l\_y\_gap$  es la brecha del producto y  $shock\_pc$  es el error de pronóstico.

#### Precios Importados

$$dl\_pet = B4 * dl\_pet\{-1\} + (1 - B4) * (dl\_cpi\_star + dl\_s\{-1\}) + shock\_pet$$

$$B5 = 0.10$$

En donde  $dl\_pet$  son los precios importados,  $dl\_cpi\_star$  es la inflación trimestral de los Estados Unidos de América,  $dl\_s$  es la tasa de depreciación del tipo de cambio nominal y  $shock\_pet$  es el error de pronóstico.

### Expectativas de Inflación

$$E\_dl\_cpi = B5*dl\_cpi\{1\} + (1-B5)*dl\_cpi\{-1\} + shock\_E\_dl\_cpi$$

$$B5 = 0.98$$

En donde E\_dl\_cpi son las expectativas de inflación, dl\_cpi es la inflación trimestral y shock\_E\_dl\_cpi es el error de pronóstico.

### Regla de Taylor modificada

$$i = D1*i\{-1\} + (1-D1)*(i\_tnd + D2*dl\_cpi\_dev + D3*l\_y\_gap) + shock\_mp$$

$$D1 = 0.60$$

$$D2 = 0.90$$

$$D3 = 0.10$$

En donde i es la tasa de política monetaria, i\_tnd es la tendencia de la tasa de política monetaria, dl\_cpi\_dev son las desviaciones de la inflación respecto a su meta, l\_y\_gap es la brecha del producto y shock\_mp es el error de pronóstico.

### Brecha del tipo de cambio nominal

$$l\_s\_gap = E2*l\_s\_gap\{-1\} + (1-E2)*(E3*l\_m2\_gap + E4*l\_y\_star\_gap + E5*k) + shock\_l\_s\_gap$$

$$E2 = 0.74$$

$$E3 = 0.64$$

$$E4 = 0.55$$

En donde l\_s\_gap es la brecha del tipo de cambio nominal, l\_m2\_gap es la brecha de los agregados monetarios, l\_y\_star\_gap es la brecha del producto de Estados Unidos de América, k es la brecha de los flujos de capital y shock\_l\_s\_gap es el error de pronóstico.

### Brecha de flujos de capital

$$K = PP1*K_{t-1} + PP2*l\_y\_gap + PP3*I-I*-l\_s\_gap + shock\_K$$

$$PP1 = 0.15$$

$$PP2 = 0.37$$

$$PP3 = 0.23$$

En donde K es la brecha de los flujos de capital, l\_y\_gap es la brecha del producto, I es la tasa de interés activa bancaria, I\* es la tasa de interés externa, l\_s\_gap es la brecha del producto y shock\_k es el error de pronóstico.

### Bloque de Estabilidad Financiera

#### Ingresos del Sistema Financiero

$$l\_ingresos\_gap = G1*ingresos\_gap\{-1\} + G2*l\_cred\_gap + G3*l\_di\_gap + \dots + G4*(i-i\_tnd) + G5*(I-I\_tnd) + G6*l\_de\_gap + shock\_ingresos;$$

$$G1 = 0.31;$$

$$G2 = 0.48;$$

$$G3 = 0.65;$$

$$G4 = 0.25;$$

$$G5 = 0.23;$$

$$G6 = 0.12;$$

En donde l\_ingresos\_gap es la brecha de los ingresos, l\_cred\_gap es la brecha del crédito, l\_di\_gap es la brecha de la deuda interna del gobierno, (i-i\_tnd) es la brecha de la tasa líder de política monetaria, (I-I\_tnd) es la brecha de la tasa de interés bancaria, l\_de\_gap es la brecha de la deuda externa (teniendo en cuenta que la deuda externa de Guatemala la poseen bancos privados nacionales).

#### Costos del Sistema Financiero

$$l\_costos\_gap = H1*l\_costos\_gap\{-1\} + H2*l\_costos\_gap\{+1\} + \dots + (H3(l\_costos\_gap\{-2\} + l\_costos\_gap\{-3\} + l\_costos\_gap\{-4\})/3) + shock\_costos;$$

$$H1 = 0.15;$$

$$H2 = 0.37;$$

$$H3 = 0.13;$$

$$H4 = 0.38;$$

En donde l\_costo\_gap es la brecha de los costos bancarios. En este caso como no se tuvo una ecuación sustentada teóricamente que pudiera representar esta variable se recurrió a variables rezagadas y esperadas de la misma con el fin de tener un punto de partida para dicha variable.

En efecto, decimos que dicha variable en el tiempo  $t$ , es un punto intermedio entre los costos en el periodo  $t-1$  y los costos esperados en  $t+1$  más un componente del promedio de los rezagos de  $t-2$ ,  $t-3$  y  $t-4$ .

#### Beneficios de los Bancos

$$beb\_gap = LL1*beb\_gap\{-1\} + LL2*l\_ingresos\_gap - LL3*l\_costos\_gap + shock\_beb\_gap;$$

$$\begin{aligned} LL1 &= 0.55; \\ LL2 &= 0.40; \\ LL3 &= 0.45; \end{aligned}$$

En donde  $beb\_gap$  es la brecha de los beneficios del sistema bancario que están en función de la brecha de los ingresos bancarios  $l\_ingresos\_gap$  y la brecha de los costos bancarios  $l\_costos\_gap$ .

#### Brecha de la mora bancaria

$$tmora\_gap = MM1*tmora\_gap\{-1\} + MM2*((4.5*l\_y\_gap)-l\_cred\_gap) + \dots + MM3*I + MM4*I\_star + MM5*dl\_cpi + MM6*l\_s\_gap + shock\_tmora;$$

$$\begin{aligned} MM1 &= 0.81; \\ MM2 &= 0.34; \\ MM3 &= 0.71; \\ MM4 &= 0.22; \\ MM5 &= 0.21; \\ MM6 &= 0.45; \end{aligned}$$

En donde  $tmora\_gap$  es la brecha de la mora bancaria,  $l\_y\_gap$  es la brecha del producto,  $l\_cred\_gap$  es la brecha del crédito.  $I$  es la tasa de interés bancaria doméstica,  $I\_star$  es la tasa de interés extranjera,  $dl\_cpi$  es la inflación trimestral,  $l\_s\_gap$  es la brecha del tipo de cambio nominal.

#### Brecha de Estabilidad financiera

$$bestfin\_gap = NN1*beb\_gap + NN2*tmora\_gap + shock\_bestfin;$$

$$\begin{aligned} NN1 &= 0.81; \\ NN2 &= 0.85; \end{aligned}$$

En donde  $bestfin\_gap$  es la brecha de estabilidad financiera,  $beb\_gap$  es la brecha de los beneficios financieros y  $tmora\_gap$  es la brecha de la mora.

## Anexo 2

### Ecuaciones del modelo

Demanda agregada total

$$\hat{y}_t = A_1 (A_3 \hat{c}_t + A_3 x_t + A_4 \hat{g}_t) + (1-A_1) \hat{y}_{t+1} + \varepsilon_t^y \quad (A.1)$$

Demanda privada

$$\hat{c}_t = A_t c_{t-1} + (1-A_6)(A_6 \widehat{em}_{t-1} + A_t \hat{c}_t) + \varepsilon_t^c \quad (A.2)$$

Demanda de exportación

$$\hat{x}_t = A_3 \hat{x}_{t-1} + (1-A_8)(A_0 \hat{z}_{t-1} + A_{10} \hat{y}_{t-1}) + \varepsilon_t^x \quad (A.3)$$

Gasto de gobierno

$$\hat{g}_t = A_{118} \hat{c}_{t-1} + (1+A_{11})(A_{12} \hat{ds}_t + A_{13} \hat{d}_s + A_{14} \hat{it}_t) + \varepsilon_t^g \quad (A.4)$$

Curva de Phillips

$$\pi_t = B_1 [B_a \pi_{t-1} + (1-B_a) \pi_t^a] + (1-B_1)(\Delta pet_t - \Delta z_{tend,t}) + B_3 y_{t-1} + \varepsilon_t^\pi$$

Tasa de variación de los precios del petróleo

$$\Delta pet_t = B_4 \Delta pet_{t-1} + (1-B_4)(\pi_t + \Delta s_{t-1}) + \varepsilon_t^{pet} \quad (A.6)$$

Expectativa de inflación

$$\pi_t^e = B_6 \pi_{t+1} + (1-B_6) \pi_{t-1} + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad (A-7)$$

Expectativa de inflación interanual

$$\pi_{interanual}^e = B_6 \pi_{interanual,t-1} + (1-B_6) \pi_{interanual,t-1} + \varepsilon_t^{\pi^*interanual} \quad (A-8)$$

Función de reacción de la tasa de interés de política monetaria

$$i_t = D_1 i_{t-1} + (1-D_1)[i_{tend,t} + D_a(\pi_{dev,t}) + D_s \hat{y}_t] + \varepsilon_t^i \quad (A-9)$$

Curva de rendimiento

$$I_t = F_1 I_{t-1} + (1-F_1) [(i_{t-1} + i_t + i_{t+1} + i_{t+a})/4 + term_t] + \varepsilon_t^I \quad (A-10)$$



Paridad de tasas de interés modificada

$$I_t = I_t^* = 4 (s_t^a - s_{tend,t}) + prem_t + \varepsilon_t^{forex} \quad (A-11)$$

Brecha del tipo de cambio nominal

$$\hat{s}_t = E_g \hat{s}_{t-1} + (1-E_g)(E_3 \hat{m}_{a,t} + E_a \hat{y}_t^*) + \varepsilon_t^s \quad (A-12)$$

Desvíos de la emisión monetaria respecto a su tendencia

$$\widehat{em}_t = E_6 \widehat{em}_{t-1} + (1-E_6)[E_6 (s_t - (s_{tend,t} + \hat{s}_t))] - E_7 \hat{t}_t + \varepsilon_t^{em} \quad (A-13)$$

Expectativas de tipo de cambio nominal

$$s_t^a = E_3 s_{t+1} + (1-E_3)(s_{t-1} + 1/2 (\Delta z_{tend} + \bar{\pi} - \pi^*)) + \varepsilon_t^s \quad (A-14)$$

Brecha del tipo de cambio real

$$z_t = E_0 z_{t-1} + (1+E_0)(\Delta s_t + \pi_t^* + \pi_t + \Delta z_{tend,t})/4 + \varepsilon_t^z \quad (A-15)$$

Desvíos de la oferta monetaria respecto a su tendencia

$$\hat{m}_{a,t} = Y_{1ma,t-1} + (1-Y_1) \widehat{em}_t + \varepsilon_t^m \quad (A-16)$$

Brecha del crédito bancario

$$cr_t = Y_a cr_{t-1} + (1+Y_a) \hat{y}_{t-1} - Y_s \hat{R}_t - Y_a \hat{dl}_t + \varepsilon_t^{cr} \quad (A-17)$$

Brecha de los ingresos tributarios

$$\hat{it}_t = Y_7 \hat{it}_{t-1} + (1-Y_7) \hat{y}_{t-1} + \varepsilon_t^{\hat{it}} \quad (A-18)$$

A.2.2. Ecuaciones de variables exógenas

Tendencias de la tasa de interés real de largo plazo

$$R_{tend,t} = F_a R_{tend,t-1} + (1-F_a)[(Y_{tend,t-1} + Y_{tend,t} + Y_{tend,t+a})/4 + term_t]$$

Componente especulativo del tipo de cambio nominal

$$s_{int,t} = E_1 s_{int,t-1} + s_t^{*int} \quad (A-20)$$

Desvíos de la deuda interna respecto a su tendencia

$$\hat{di}_t = Y_6 \hat{di}_{t-1} + s_t^{\hat{di}} \quad (A-21)$$

Desvíos de la deuda externa respecto a su tendencia

$$\hat{ds}_t = Y_6 \hat{ds}_{t-1} + \varepsilon_t^{ds} \quad (A-22)$$

Variaciones del producto potencial doméstico

$$\Delta y_{tend,t} = T_1 \Delta y_{tend,t-1} + (1-T_1) \Delta y_{,,} + \varepsilon_t^{\Delta stend} \quad (A-23)$$

Tasa de variación del tipo de cambio real tendencial

$$\Delta z_{tend,t} = T_2 \Delta z_{tend,t-1} + (1-T_a) \Delta z_{,,} + \varepsilon_t^{ztend} \quad (A-24)$$

Meta de inflación

$$\pi_t = T_s \bar{\pi}_{t-1} + (1-T_3) \pi_{,,} + \varepsilon_t^{\pi} \quad (A-25)$$

Prima por plazo

$$term_t = T_4 term_{t-1} + (1-T_4) term_{,,} + \varepsilon_t^{term} \quad (A-26)$$

Prima por riesgo país

$$prem_t = T_6 prem_{t-1} + (1-T_6) prem_{,,} + \varepsilon_t^{prem} \quad (A-27)$$

Inflación externa

$$\pi_t^* = A_1^* \pi_{t-1}^* + (1-A_1^*) \pi_{,,}^* + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad (A-28)$$

Tasa de interés externa

$$I_t^* = B_1^* I_{t-1}^* + (1-B_1^*) (R_{,,}^* + \pi_{,,}^*) + \varepsilon_t^{I^*} \quad (A-29)$$

Brecha del producto externo

$$\hat{y}_t^* = C_1^* \hat{y}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\hat{y}^*} \quad (A-30)$$

Tasa de variación de la emisión monetaria real

$$\Delta em_t = Z_1 \Delta em_{t-1} + (1-Z_1) \Delta em_{,,} + \varepsilon_t^{\Delta em} \quad (A-31)$$

Tendencia de la emisión monetaria real

$$em_{tend,t} = Z_a + Z_3 em_{tend,t-1} + \varepsilon_t^{em} \quad (A-32)$$

Tasa de variación de la oferta monetaria real

$$\Delta m_{a,t} = Z_4 \Delta m_{a,t-1} + (1-Z_4) \Delta m_{a,,} + \varepsilon_t^{\Delta ma} \quad (A-33)$$

Tendencia de la oferta monetaria real

$$m_{a,tend,t} = Z_6 + Z_6 m_{a,tend,t-1} - Z_7 m_{a,tend,t-a} + \varepsilon_t^m \quad (A.34)$$

Tasa de variación del crédito bancario real

$$\Delta cr_t = Z_3 \Delta cr_{t-1} + (1-Z_3) \Delta cr_{t-2} + \varepsilon_t^{cr} \quad (A.35)$$

Tendencia del crédito bancario real

$$cr_{tend,t} = Z_0 + Z_{10} cr_{tend,t-1} + \varepsilon_t^{cr} \quad (A.36)$$

A.2.3. Definiciones de variables endógenas

Tasa de variación del producto doméstico

$$\Delta y_t = \Delta y_{tend,t} + 4 (\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1}) \quad (A.37)$$

Desvíos de inflación respecto a meta

$$\pi_{tend,t} = \pi_{interanual,t+4} - \bar{\pi}_{t+4} \quad (A.38)$$

Tasa de interés líder de política monetaria

$$i_t = i_{tend,t} + i_t \quad (A.39)$$

Ecuación de Fisher de corto plazo

$$r_t = i_t - \pi_{interanual,t}^a \quad (A.40)$$

Brecha de la tasa de interés real de corto plazo

$$\hat{r}_t = r_t - r_{tend,t} \quad (A.41)$$

Ecuación de Fisher de largo plazo

$$R_t = I_t - \pi_{interanual,t}^a \quad (A.42)$$

Brecha de la tasa de interés real de largo plazo

$$\hat{R}_t = R_t - R_{tend,t} \quad (A.43)$$

Tipo de cambio nominal

$$s_t = s_{tend,t} + \hat{s}_t + s_{int,t} + s_t^* \quad (A.44)$$

Emisión monetaria real

$$em_t = em_{tend,t} + em_t \quad (A.45)$$

Oferta monetaria doméstica real

$$m_{a,t} = m_{a,tend,t} + \hat{m}_{a,t} \quad (A.46)$$

Crédito bancario real

$$cr_t = cr_{tend,t} + cr_t \quad (A.47)$$

A.2.4. Definiciones de variable exógenas

Inflación doméstica

$$\pi_t = 4 (IPC_t - IPC_{t-1}) \quad (A.48)$$

Inflación interanual doméstica

$$\pi_{interanual,t} = (IPC_t - IPC_{t-4}) \quad (A.49)$$

Tasa de variación del tipo de cambio nominal

$$\Delta s_t = 4(s_t - s_{t-1}) \quad (A.50)$$

Tasa de variación del tipo de cambio real tendencial

$$\Delta z_{t,t} = 4(z_{tend,t} - z_{tend,t-1}) \quad (A.51)$$

Tipo de cambio real

$$z_t = z_{tend,t} + \hat{z}_t \quad (A.52)$$

Tendencia de la tasa de interés real de corto plazo

$$r_{tend,t} = i_{tend,t} - \bar{\pi}_{t+1} \quad (A.53)$$

$$r_{tend,t} - R^*_{t+1} = \Delta z_{tend,t+1} - term_t + prem_t \quad (A.54)$$

Tasa de variación del producto doméstico

$$\Delta y_t = 4(y_t - y_{t-1}) \quad (A.55)$$

Inflación externa

$$\pi_t^* = 4(IPC_t^* - IPC_{t-1}^*) \quad (A.56)$$

## Variables del Modelo y su definición

### Endógenas:

#### de comportamiento

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| $\hat{y}$            | Brecha del producto doméstico                     |
| $\hat{c}$            | Brecha del consumo privado e inversión            |
| $\widehat{em}$       | Brecha de la emisión monetaria real               |
| $\widehat{cr}$       | Brecha del crédito bancario real                  |
| $\hat{x}$            | Brecha de la exportación                          |
| $\hat{g}$            | Brecha del gasto de gobierno                      |
| $it$                 | Brecha de los ingresos tributarios                |
| $\pi$                | Inflación trimestral anualizada                   |
| $\pi_{interanual}$   | Inflación interanual                              |
| $\pi^a$              | Expectativas de inflación trimestral anualizada   |
| $\pi^a_{interanual}$ | Expectativas de inflación interanual              |
| $\Delta pet_t$       | Tasa de variación del precio del petróleo         |
| $i$                  | Tasa de interés de política monetaria             |
| $I$                  | Tasa de Interés nominal de mercado de largo plazo |
| $s^a$                | Expectativas del tipo de cambio nominal           |
| $\hat{s}$            | Brecha del ipo de cambio nominal                  |
| $\hat{z}$            | Brecha del tipo de cambio real                    |
| $\hat{m}_a$          | Brecha de la oferta monetaria doméstica real      |

#### definiciones

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| $\Delta y$ | Tasa de variación del producto doméstico           |
| $\pi$      | Desvío de inflación respecto a meta                |
| $\hat{i}$  | Brecha de la tasa de interés de política monetaria |
| $r$        | Tasa de interés real de corto plazo                |
| $\hat{r}$  | Brecha de la tasa de interés real de corto plazo   |
| $R$        | Tasa de interés real de largo plazo                |
| $\hat{R}$  | Brecha de la tasa de interés real de largo plazo   |
| $s$        | Tipo de cambio nominal                             |
| $s_{tend}$ | Tipo de cambio nominal tendencial                  |
| $em$       | Emisión monetaria real                             |
| $m_a$      | Oferta monetaria doméstica real                    |
| $cr$       | Crédito bancaria real                              |

### Exógenas:

#### leyes de movimiento

|                   |                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------|
| $\hat{de}$        | Brecha de la deuda externa                          |
| $\hat{di}$        | Brecha de la deuda interna                          |
| $\Delta y_{tend}$ | Tasa de variación del producto potencial            |
| $\pi$             | Meta de inflación                                   |
| $R_{tend}$        | Tendencia de la tasa de interés real de largo plazo |
| $term$            | Prima por plazo                                     |
| $prem$            | Prima por riesgo país                               |
| $sint$            | Componente especulativo del tipo de cambio nominal  |
| $\Delta z_{tend}$ | Tasa de variación del tipo de cmbio real tendencial |
| $\Delta em$       | Tasa de variación de la emisión monetaria real      |
| $em_{tend}$       | Tendencia de la emisión monetaria real real         |
| $\Delta m_a$      | Tasa de variación de la oferta monetaria real       |
| $m_{a,tend}$      | Tendencia de la oferta monetaria real               |
| $\Delta cr$       | Tasa de variación del crédito bancario real         |
| $cr_{tend}$       | Tendencia del crédito bancario real                 |
| $\pi^*$           | Inflación externa                                   |
| $I^*$             | Tasa de interés nominal externa                     |
| $\hat{y}^*$       | Brecha del producto externo                         |

#### definiciones

|            |                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------|
| $IPC$      | Índice de precios al consumidor                            |
| $i_{tend}$ | Tendencia de la tasa de interés de política monetaria      |
| $r_{tend}$ | Tendencia de la tasa de interés real de política monetaria |
| $\Delta s$ | Tasa de variación del tipo de cambio nominal               |
| $z_{tend}$ | Tipo de cambio real tendencial                             |
| $z$        | Tipo de cambio real                                        |
| $y$        | Producto doméstico                                         |
| $IPC^*$    | Índice de precios al consumidor externo                    |

# Perturbaciones internas y externas en pequeñas economías abiertas: un análisis de equilibrio general para el caso de Nicaragua (1994-2011)

*Alfredo Ibrahim Flores Sarria*

## I. Introducción

En este documento es presentado un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (MEGDE), microfundamentado, para una economía pequeña y abierta y que sigue la línea del paradigma neokeynesiano. A través de dicho modelo, se determinan las fuerzas y mecanismos que inciden en la trayectoria de las principales variables macroeconómicas de la economía nicaragüense, referidas específicamente al período 1994-2011 y tomando, en la medida de lo posible, como referencia el Sistema de Cuentas Nacionales Anuales base 2006 (CNA 2006) del Banco Central de Nicaragua (BCN). En la actualidad existe marcado interés en el desarrollo a diferentes escalas de estos modelos por parte del sector académico, las instituciones de gobierno, los organismos internacionales pero sobre todo de los bancos centrales dado que es posible analizar a través de ellos la respuesta de los diferentes agentes económicos ante cambios en su entorno, determinándose dichas respuestas en un contexto de equilibrio general, en el cual todas las variables endógenas de la economía se determinan de forma simultánea.

Este tipo de modelos parten de los desarrollos realizados por Ramsey (1927,1928) en contacto con Keynes<sup>1</sup>.

Posteriormente, Cass (1965), Koopmans (1965) y Brock y Mirman (1972) realizan contribuciones en la misma línea que había trabajado Ramsey. No obstante, es en la década de los ochenta del siglo veinte cuando realmente estos modelos recobran protagonismo debido a los avances de la informática. Especialmente se destaca el trabajo de Kydland y Prescott (1982) que se enmarca dentro de la Teoría de los Ciclos Económicos Reales (RBC) y que supuso además considerar el modelo básico de equilibrio general como herramienta de trabajo. A nivel de la región<sup>2</sup> es preciso mencionar las siguientes contribuciones:

- Castillo-Maldonado (2007) quien desarrolla un modelo de pronósticos de corto plazo para la economía guatemalteca que incorpora en el análisis rigideces nominales. Se trata de un modelo semiestructural puesto que las ecuaciones de comportamiento no se derivan de un problema de optimización dinámica y porque la parte estructural consiste en la calibración de las condiciones de estado estacionario.
- Arriaza-Herrera (2008) quien considera para la economía de Guatemala la producción de dos tipos de bienes (no transables y exportados). Un bien importado además es utilizado como insumo para la producción

<sup>1</sup> En relación al aporte de Ramsey, Keynes escribió una nota en 1930 en el *Economic Journal* que expresaba: "Una de las más importantes contribuciones a la economía matemática jamás realizadas, tanto en relación a su importancia intrínseca como a la dificultad del tema, al poder y a la elegancia de los métodos matemáticos utilizados, y a la claridad en la exposición."

<sup>2</sup> Al hablar de la región se está haciendo referencia a los países miembros del Consejo Monetario Centroamericano (CMCA) y a los trabajos presentados en los Foros de Investigadores de la Banca Central que organiza la Secretaría Ejecutiva del CMCA.

de ambos tipos de bienes. Son incorporados en el análisis costos de ajustes en la acumulación de capital a fin de mejorar la replicación de la dinámica de corto plazo de la economía. El flujo de remesas familiares es incorporado en el modelo como un determinante de la apreciación cambiaria.

- Acevedo-Jiménez (2011) quien estima un MEGDE a fin de evaluar el impacto de las reformas tributarias en Nicaragua. En este trabajo, el autor supone una economía cerrada, en competencia perfecta, con un agente representativo que maximiza su utilidad en función del consumo y el ocio; y tres tipos de impuestos: a la renta de los trabajadores, al consumo y a las rentas del capital.

A pesar del uso extendido de estos modelos en la literatura económica, no resulta sorprendente el escaso número de trabajos presentados (a nivel de la región) ya que existe una dicotomía entre los desarrollos teóricos (que no son difíciles de comprender para quienes se inician en el tema) y las aplicaciones prácticas (tarea que se vuelve un poco más dificultosa) debido a que la literatura sobre el tema no establece en forma clara cómo se ha llegado a los resultados, excepto que a veces explican de una manera muy general el método de cálculo empleado. Estos puntos difusos, hacen que sea muy complicada la identificación tanto del modelo teórico subyacente como su aplicación a los datos.

Esta investigación está concebida para cumplimentar los siguientes objetivos:

- Construir un modelo de EGDE para una economía pequeña y abierta como la de Nicaragua.
- Analizar a través de dicho modelo la respuesta de diversas perturbaciones sobre las principales macrovariables de la economía nicaragüense.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la parte 2 se presenta la evolución de algunas variables relevantes de la economía nicaragüense. La parte 3 describe la estructura del modelo a utilizar. En la parte 4 se define el valor numérico de los parámetros de las ecuaciones de comportamiento del modelo. Una vez definidos dichos parámetros, en la parte quinta, se simula el modelo a fin de obtener las funciones de impulso-respuesta; y en la parte sexta se presentan las

conclusiones. No debe dejarse de mencionar el contenido de los anexos I y II; ya que aportan información relevante que se empleará en la parte 4. En el anexo I se estima, mediante técnicas de cointegración, una función de producción para Nicaragua empleando el PIB calculado en las CNA 2006. Y en el anexo II, se calcula un proceso AR (1) para la productividad, variable que es obtenida residualmente de la función de producción del anexo I.

## II. Evolución de variables relevantes de la economía nicaragüense

Cualquier tipo de proceso de modelación debe tener conformidad con los datos. Es decir, debe tratarse de replicar el proceso generador de información de las principales variables de la economía que se está estudiando. De acuerdo con las CNA 2006, la economía nicaragüense ha crecido en torno al 3.81% durante el período 1995-2011. Este crecimiento ha estado sustentado fundamentalmente por la expansión de la demanda interna (consumo e inversión) y de las exportaciones. No obstante, ha sido neutralizado por el dinamismo mostrado por las importaciones.

**Cuadro 1 Nicaragua:  
Fuentes de crecimiento económico (1995 - 2011)**

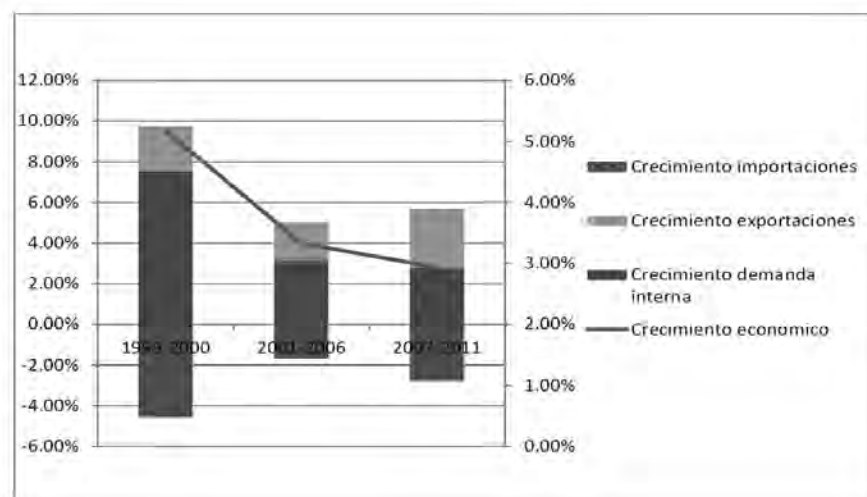
Fuente: Elaboración propia en base a las CNA del BCN

|                             | 1995-2000 | 2001-2006 | 2007-2011 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Crecimiento económico       | 5.18%     | 3.33%     | 2.93%     |
| Crecimiento demanda interna | 7.55%     | 3.13%     | 2.79%     |
| Crecimiento exportaciones   | 2.19%     | 1.89%     | 2.90%     |
| Crecimiento importaciones   | -4.57%    | -1.69%    | -2.76%    |



**Gráfico 1 Nicaragua: Fuentes de su crecimiento económico (1995-2011)**

Fuente: Elaboración propia con base en las CNA del BCN



El proceso inflacionario nicaragüense responde, de acuerdo con Mayorga (2008), a tres principales fuentes de variación: inflación importada, devaluación del córdoba con respecto al dólar y presiones inflacionarias internas. Como puede apreciarse, gran parte de la inflación nicaragüense tiene un alto componente importado; derivado del hecho de que Nicaragua tiene uno de los índices de apertura más altos de la región (aproximadamente 67%)<sup>3</sup>.

**Cuadro 2 Nicaragua: Fuentes de la inflación (1995-2011)**

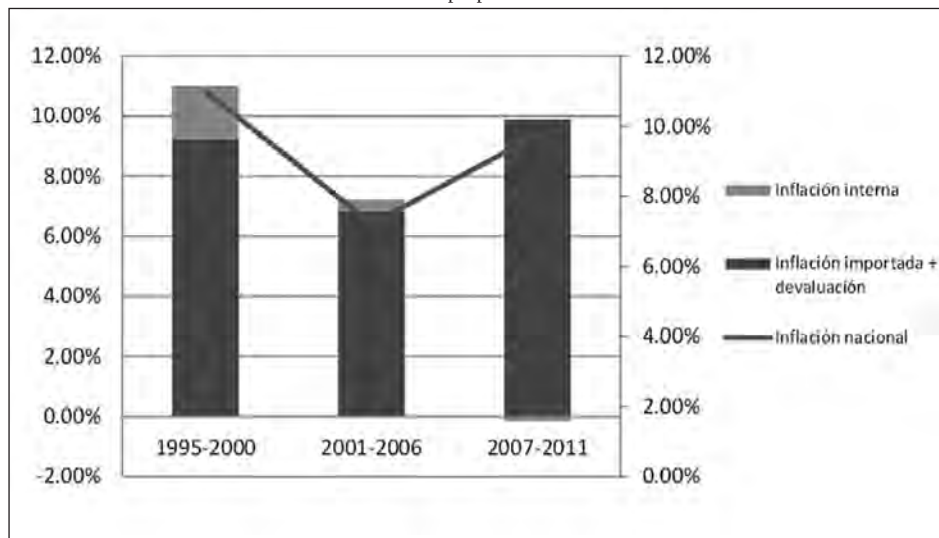
Fuente: Elaboración propia con datos del BCN

|                                   | 1995-2000 | 2001-2006 | 2007-2011 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Inflación nacional                | 11.00%    | 7.22%     | 9.75%     |
| Inflación importada               | 4.73%     | 4.24%     | 6.83%     |
| Tasa de devaluación               | 10.76%    | 5.50%     | 5.00%     |
| Inflación por devaluación         | 4.29%     | 2.49%     | 2.86%     |
| Inflación importada + devaluación | 9.22%     | 6.84%     | 9.89%     |
| Inflación interna                 | 1.78%     | 0.38%     | -0.14%    |

<sup>3</sup> La apertura está medida mediante:  $APE = X + M/Y$ .

Gráfico 2 Nicaragua: Fuentes de la inflación (1995-2011)

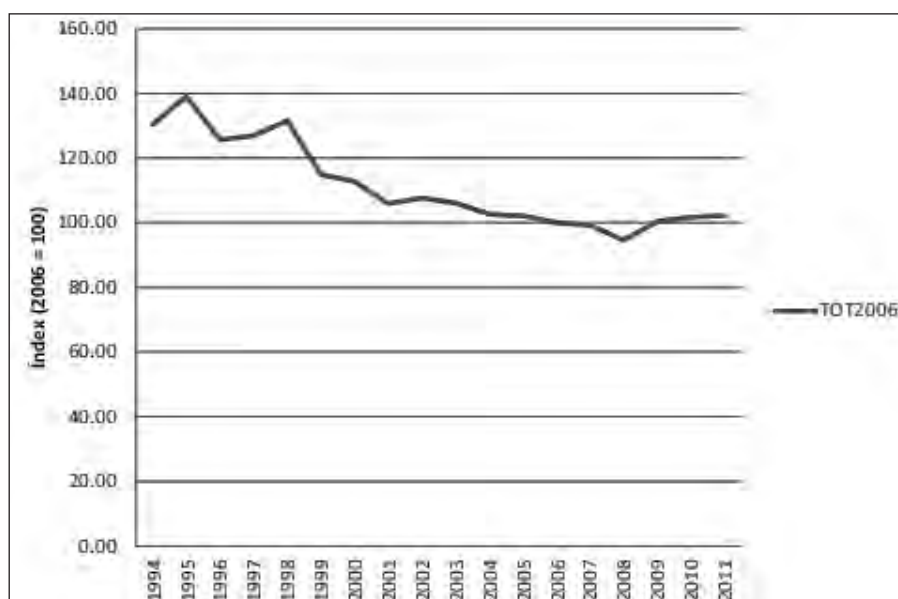
Fuente: Elaboración propia con datos del BCN



Los términos de intercambio han evolucionado favorablemente durante el período 1994-2005. Tuvieron una leve caída durante 2008, año en que los precios de importación fueron mayores a los precios de exportación. Para recuperarse nuevamente durante el período 2009-2011.

Gráfico 3 Nicaragua: Términos de intercambio (1994-2011)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCN



El análisis que se ha realizado acerca de la evolución del crecimiento económico, de la inflación y de los términos de intercambio ponen de manifiesto la alta dependencia externa de la economía nicaragüense, hecho que ha sido constatado en un trabajo pionero elaborado por Siri (1979) y más recientemente por Cáceres y Flores-Sarria (2011) y por Flores-Sarria (2012). Lo anterior justifica que la estrategia de modelización a seguir en este trabajo opere bajo los siguientes supuestos: pequeña economía abierta, con formación de hábitos de consumo e imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales.

### III. Estructura del modelo a utilizar

Para el análisis del efecto de las perturbaciones externas e internas sobre variables relevantes de la economía nicaragüense, se construye un modelo de equilibrio general dinámico estocástico que opera bajo los siguientes supuestos: economía pequeña y abierta, formación de hábitos de consumo, imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales. La derivación de las ecuaciones de comportamiento del modelo constituye una adaptación de los trabajos de Galí (2008), Mickelsson (2009), Litsios (2010) y Grigoras (2010).

#### A. Las ecuaciones

A continuación se explica detalladamente la forma en que se obtienen las ecuaciones de comportamiento del modelo de equilibrio general dinámico estocástico para la economía nicaragüense.

- Los hogares

El hogar representativo maximiza una función de utilidad en términos del consumo, la persistencia en los hábitos de consumo y el trabajo:

$$U = \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{1}{1-\phi} \left( \frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^{\gamma}} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1+\phi} L_{t+j}^{1+\phi} \right] \quad [1]$$

Donde  $\beta$  es un factor de descuento,  $\theta$  constituye una medida absoluta de aversión al riesgo,  $\phi$  representa la elasticidad de la oferta de trabajo,  $C$  es el consumo,  $L$  la dotación del factor trabajo,  $\gamma$  es la persistencia de los hábitos de consumo.

El consumo está compuesto tanto de bienes y servicios producidos domésticamente como importados cuya relación está dada en la siguiente expresión:

$$C_t = \left[ (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad [2]$$

Donde  $\delta$  es una medida asociada al grado de apertura comercial,  $\eta$  es la elasticidad sustitución entre los bienes domésticos y los bienes importados,  $C_H$  es el consumo de los bienes producidos domésticamente y  $C_F$  es el consumo de los bienes importados.

La restricción presupuestaria a la que se enfrenta el hogar representativo está dada por:

$$(1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} = B_{t+j+1} + P_t C_t \quad [3]$$

Donde  $W$  es el salario real,  $B$  son los activos en forma de bonos,  $P$  es el nivel general de precios,  $i$  es la tasa de interés nominal.

Además  $P_t C_t$  está dado por:

$$P_t C_t = P_t \left[ (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} = P_{H,t} C_{H,t} + E_t P_{F,t} C_{F,t} \quad [4]$$

Donde  $P_H$  y  $P_F$  representan el componente doméstico y externo del nivel general de precios,  $E$  representa el tipo de cambio nominal.

El langrangiano de este problema de optimización se transforma en:

$$\Lambda = \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{1}{1-\theta} \left( \frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^{\gamma}} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1+\phi} L_{t+j}^{1+\phi} \right] + \sum_{j=0}^{\infty} \lambda_{t+j} [(1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} - B_{t+j+1} - P_t C_t] \quad [5]$$

Es decir:

$$\Lambda = \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{1}{1-\theta} \left( \frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^{\gamma}} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1+\phi} L_{t+j}^{1+\phi} \right] + \sum_{j=0}^{\infty} \lambda_{t+j} [(1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} - B_{t+j+1} - P_{H,t}C_{H,t} - E_t P_{F,t}C_{F,t}] \quad [6]$$

La obtención de las condiciones de primer orden para [5] permite obtener la ecuación de Euler para el consumo y la demanda de trabajo óptima para el hogar representativo:

$$\Lambda = \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{1}{1-\theta} \left( \frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^\gamma} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1+\phi} L_{t+j}^{1+\phi} \right] + \sum_{j=0}^{\infty} \lambda_{t+j} [(1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} - B_{t+j+1} - P_t C_t]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} = \lambda_t P_t \quad [7]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_{t+1}} = \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} = \lambda_{t+1} P_{t+1} \quad [8]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial L_t} = L_t^\phi = \lambda_t W_t \quad [9]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial B_{t+1}} = \lambda_{t+1}(1+i_t) = \lambda_t \quad [10]$$

Si se asume simetría entre los individuos entonces:  $C_{t+j} = C_{t+j}$ , por lo que la ecuación de Euler del consumo es obtenida al combinar [7], [8] y [10]:

$$\beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1+i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \Rightarrow \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1+i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \frac{P_{t+1}}{P_t}$$

$$\beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1+i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} (1+\pi_{t+1})$$

$$\beta \frac{C_{t+1}^{-\theta} C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}}{(1+\pi_{t+1})} = C_t^{\gamma(1-\theta)-\theta} \quad [11]$$

Al combinar [7] y [9] se obtiene la ecuación de comportamiento de la oferta de trabajo de los hogares:

$$L_t^\phi = \frac{C_t^{-\theta}}{P_t C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} W_t$$

$$L_t^\phi C_t^\theta C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)} = \frac{W_t}{P_t} \quad [12]$$

Las expresiones [11] y [12], que son no lineales, se pueden expresar como desviaciones con respecto a su estado estacionario a fin de linealizarlas<sup>4</sup>:

$$(\gamma(\theta-1)+\theta)c_t = \gamma(\theta-1)c_{t-1} + \theta c_{t+1} - i_t + \pi_{t+1} \quad [13]$$

$$\phi l_t + \theta c_t - \gamma(\theta-1)c_{t-1} = w_t \quad [14]$$

<sup>4</sup> Por ejemplo, para el caso de [20]:  $\phi(\ln L_t - \ln L_t) - \gamma(\theta-1)(\ln C_{t-1} - \ln C_t) + \theta(\ln C_t - \ln C_{t-1}) = \ln W_t - \ln W_t$ ; lo que equivale a:  $\phi l_t - \gamma(\theta-1) c_{t-1} + \theta c_t = w_t$ .

De manera que la ecuación de Euler en [11] tiene su equivalente en una curva IS dinámica expresada en [13]<sup>5</sup>.

- Las empresas

Las empresas producen  $Y_t$  cuyo nivel es decidido por el estado de la tecnología  $A_t$  y las dotaciones del factor trabajo  $L_t$ :

$$Y_t = A_t L_t^{1-\alpha} \quad [15]^6$$

Se define el producto marginal del trabajo como:

$$PML_t = \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} = \frac{A_t(1-\alpha)}{L_t^\alpha} = (1-\alpha) \frac{Y_t}{L_t} \quad [16]$$

Al reescribir [15] y [16] en logaritmos se tiene:

$$y_t = \alpha_t + (1-\alpha) l_t \Rightarrow l_t = \frac{y_t - \alpha_t}{1-\alpha} \quad [17]$$

$$pml_t = y_t - l_t \quad [18]$$

El costo marginal real para las empresas está dado por<sup>7</sup>:

$$cm_t = w_t^n - p_{H,t} - pml_t \quad [19]$$

Para incluir la decisión de trabajar, se reescribe [19] en una forma tal que se incluya también el nivel general de precios:

$$cm_t = w_t^n - p_{H,t} - pml_t = (w_t^n - p_t) + (p_t - p_{H,t}) - pml_t$$

$$cm_t = (w_t^n - p_t) + \delta s_t - pml_t \quad [20]$$

Donde  $s_t$  son los términos de intercambio definidos como:

$$S_t = E_t \frac{P_t^*}{P_{H,t}} \quad [21]$$

Empleando logaritmos se tiene:

$$s_t = e_t + p_t^* - p_{H,t} \quad [22]$$

<sup>5</sup> La tasa de inflación es denotada por  $\pi$ .

<sup>6</sup> El capital se considera fijo en todos los períodos, por tanto es normalizado a uno. Esta consideración es hecha, ya que en Nicaragua no se cuenta con una serie oficial de acervo de capital que tenga como año base el de las cuentas nacionales anuales, es decir, el 2006.

<sup>7</sup>  $W^n$  es el salario nominal.

Al combinar la función de oferta de trabajo [14] con las de costos marginales [19 y 20] se obtiene:

$$cm_t = (\phi_t - \gamma (\theta - 1)c_{t-1} + c_t) + \delta s_t - (y_t + l_t) \quad [23]$$

Sustituyendo [17] en la expresión anterior se tiene:

$$cm_t = \frac{\phi + \alpha}{1 - \alpha} y_t \frac{\phi + 1}{1 - \alpha} \alpha_t - \gamma (\theta - 1)c_{t-1} + \theta c_t + \delta s_t \quad [24]$$

La curva de Phillips expresada en términos de la inflación doméstica es:

$$\pi_{H,t} = \beta \pi_{H,t+1} + \lambda cm_t \quad [25]$$

Donde  $\lambda$  es un parámetro asociado a la rigidez de precios y que de acuerdo con Calvo (1983) se define como:

$$\lambda = \frac{(1 - \omega)(1 - \beta\omega)}{\omega} \frac{(1 - \alpha)}{1 - \alpha + \alpha\epsilon} \quad [26]$$

Combinando [24 y 25] se obtiene la especificación para una curva de Phillips neokeynesiana con formación de hábitos para una economía abierta:

$$\pi_{H,t} = \beta \pi_{H,t+1} + k_y y_t - k_a \alpha_t - \lambda \gamma (\theta - 1)c_{t-1} + \lambda \theta c_t + \lambda \delta s_t \quad [27]$$

Donde:

$$K_y = \lambda \frac{\phi + \alpha}{1 - \alpha} \quad [28]$$

$$K_a = \lambda \frac{\phi + 1}{1 - \alpha} \quad [29]$$

- El sector externo

De la expresión [2] se sabe que el consumidor representativo demanda bienes y servicios producidos domésticamente ( $C_{H,t}$ ) e importados ( $C_{F,t}$ ). Con la finalidad de obtener las cantidades óptimas para ambos tipos de consumo, se obtienen las condiciones de primer orden al derivar [5] y [6] respecto a  $C_{H,t}$  y  $C_{F,t}$ , respectivamente:

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \lambda_t P_{H,t} \quad [30]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} = \lambda_t P_t \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{1}{\eta-1}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{-1}{\eta}} \quad [31]$$

$$P_t \left[ \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \right]^{\frac{1}{\eta}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{-1}{\eta}} = P_{H,t}$$

$$P_t C_t^{\frac{1}{\eta}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{-1}{\eta}} = P_{H,t}$$

$$C_{H,t}^{\frac{1}{\eta}} = \frac{P_t C_t^{\frac{1}{\eta}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}}}{P_{H,t}}$$

$$C_{H,t} = (1 - \delta) \left( \frac{P_t}{P_{H,t}} \right)^{\eta} C_t \quad [32]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} = \lambda_t E_t P_{F,t} \quad [33]$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \lambda_t P_t \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{1}{\eta-1}} \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{-1}{\eta}} \quad [34]$$

$$P_t \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{1}{\eta-1}} \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{-1}{\eta}} = E_t P_{F,t}$$

$$P_t \left[ \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \right]^{\frac{1}{\eta}} \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{-1}{\eta}} = E_t P_{F,t}$$

$$C_{F,t}^{\frac{1}{\eta}} = \frac{P_t C_t^{\frac{1}{\eta}} \delta^{\frac{1}{\eta}}}{E_t P_{F,t}}$$

$$C_{F,t} = \delta \left( \frac{P_t}{E_t P_{F,t}} \right)^{\eta} C_t \quad [35]$$

La ecuación que define el nivel de precios domésticos se obtiene a partir de sustituir [32] y [35] en [2]<sup>8</sup>:

$$P_t = \left[ (1 - \delta) P_{H,t}^{1-\eta} + \delta (E_t P_t^*)^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad [36]$$

Para la linearización de las expresiones [32], [35] y [36] se emplea el siguiente procedimiento:

- Se divide  $P_t$  entre  $P_{H,t}$  lo que conduce a:

$$\frac{P_t}{P_{H,t}} = [(1 - \alpha) + \delta S_t^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad [37]$$

<sup>8</sup>  $P^*$  es el nivel de precios foráneo.



- La linearización logarítmica alrededor de un estado estacionario definido como  $P = EP^*$  conduce a:

$$P_t - p_{H,t} = \delta s_t \quad [38]$$

- Al dividir  $P_t$  entre  $E_t P_t^*$  conduce a:

$$\frac{P_t}{E_t P_t^*} = [(1-\delta)S_t^{-\eta} + \delta] \quad [39]$$

- La linearización conduce a:

$$P_t - e_t - p_t^* = -\eta(1-\delta)s_t \quad [40]$$

A partir de la linearización de [32] y [35] y al combinarlas con [38] y [40] se obtiene<sup>9</sup>:

$$c_{H,t} = \eta \delta s_t + c_t \quad [41]$$

$$im_t = c_{F,t} = c_t - \eta(1-\delta)s_t \quad [42]$$

Una expresión lineal para [2] está dada por:

$$c_t = (1-\delta)c_{H,t} + \delta c_{F,t} \quad [43]$$

Para modelar las exportaciones, se emplea una especificación ad hoc como la empleada en Gottfries (2002):

$$\frac{EX_t}{Y_t^*} = [\delta^* S_t^{\eta^*}]^\mu \left( \frac{EX_{t-1}}{Y_t^*} \right) \quad [44]$$

$$\mu \in [0,1]$$

La forma lineal-logarítmica de [44] es:

$$ex_t = y_t^* + \mu \eta^* s_t + (1-\mu)(ex_{t-1} + y_{t-1}^*) \quad [45]$$

Las exportaciones netas mediante la siguiente identidad:

$$NX_t = EX_t - IM_t \quad [46]$$

<sup>9</sup> La expresión [42] se considera la función de demanda de importaciones.

Una expresión lineal para [46] está dada por:

$$nx_t = \delta(ex_t - im_t) \quad [47]$$

La condición de clareo para el mercado doméstico está dada por:

$$Y_t = C_{H,t} + EX_t \quad [48]$$

Usando las expresiones [32] y [44] en la expresión anterior se tiene:

$$Y_t = (1-\delta) \left( \frac{P_t}{P_{H,t}} \right)^\eta C_t + [\delta^* S_t^{\eta^*}]^\mu \left( \frac{EX_{t-1}}{Y_t^*} \right) \quad [49]$$

La versión linearizada de la expresión anterior está dada por:

$$y_t = ((1-\delta)\eta + \mu\eta^*)\delta s_t + (1-\delta)c_t + \delta y_t^* + \delta(1-\mu)(ex_{t-1} - y_{t-1}^*) \quad [50]$$

- La inflación y el tipo de cambio real

La inflación se refiere a la variación porcentual del nivel general de precios definido en [36], una aproximación de Taylor de primer orden conduce a:

$$p_t = (1-\delta)p_{H,t} + \delta(e_t + p_t^*) = p_{H,t} + \delta(e_t + p_t^* - p_{H,t}) \quad [51]$$

De la expresión [38] se tiene que  $p_t = p_{H,t} + \delta s_t$  al tomar las primeras diferencias de [38] se obtiene:

$$\pi_t = \pi_{H,t} + \delta \Delta s_t \quad [52]$$

La expresión siguiente, que define el tipo de cambio real pone de manifiesto que la dinámica inflacionaria en pequeñas economías abiertas difiere de la dinámica inflacionaria en economías cerradas debido a los diferenciales de precios entre los bienes producidos domésticamente y los producidos en el extranjero:

$$Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t} \quad [53]$$

Una expresión lineal para [53] está dada por:

$$q_t = e_t + p_t^* - p_t = s_t - (p_t + p_{H,t}) = s_t - \delta s_t$$

$$q_t = s_t(1-\delta) \quad [54]$$

- Ecuación dinámica de los activos y paridad descubierta de la tasa de interés

La ecuación dinámica de activos se define mediante la siguiente expresión:

$$B_t = \frac{1+i_{t-2}}{1+\pi_{t-1}} B_{t-1} + P_{H,t} Y_{t-1} - P_{t-1} C_{t-1} \quad [55]$$

La linearización de [55] conduce a <sup>10,11</sup> :

$$b_t = (1+i_{t-2} - \pi_{t-1})b_{t-1} + y_{t-1} - c_{t-1} - \delta s_{t-1} \quad [56]$$

La paridad descubierta de la tasa de interés es una teoría clásica en economía internacional que postula que el diferencial de intereses entre dos países debería ser igual, en promedio, a la variación esperada del tipo de cambio. Consecuentemente, las economías con altas tasas de interés debieran tener monedas con tendencia a la depreciación, tiene la siguiente expresión:

$$(1+i_t) = (1+i_t^*) \Phi_t \frac{E_{t+1}}{E_t} \quad [57]$$

Donde  $\Phi$  representa la prima de riesgo que es necesaria para que el modelo alcance un estado estacionario. Una razón intuitiva para la existencia de dicha prima de riesgo es que los tipos de interés (domésticos y externos) difieren por la razón de que los ahorros domésticos tienen un riesgo relativo alto o bajo.

La prima de riesgo tiene la siguiente expresión:

$$\Phi_t = \exp(-\psi b_t) \quad [58]$$

Combinando [57 y 58] y linearizando con logaritmos se tiene:

$$i_t = i_t^* - \psi b_t + \Delta e_{t+1} \quad [59]$$

Al emplear la definición de términos de intercambio en [22]:

$$i_t = i_t^* - \psi b_t + \Delta s_{t+1} - \pi_{t+1}^* + \pi_{H,t+1} \quad [60]$$

<sup>10</sup>  $\frac{1+i_{t-2}}{1+\pi_{t-1}} = 1 + i_{t-2} - \pi_{t-1}$

<sup>11</sup> Acá se varía la notación de las minúsculas puesto que  $b_t$  no representa el logaritmo de  $B_t$  sino que  $b_t = \frac{B_t}{Y P_{H,t}}$

- El banco central

En este modelo, el banco central sigue la siguiente regla de política monetaria a la Taylor (1993) <sup>12</sup>:

$$i_t = \phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t \quad [61]$$

- Perturbaciones estocásticas

El modelo cuenta con los siguientes tipos de perturbaciones:

$$\alpha_t = \rho_\alpha \alpha_{t-1} + \varepsilon_t^\alpha \quad [62]$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad [63]$$

$$u_t = \rho_u u_{t-1} + \varepsilon_t^u \quad [64]$$

$$y_t^* = \rho_y y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{y,t} \quad [65]$$

$$\pi_t^* = \rho_\pi \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi,t} \quad [66]$$

$$v_t = \rho_v v_{t-1} + \varepsilon_t^v \quad [67]$$

#### IV. Obtención del valor numérico de los parámetros de las ecuaciones de comportamiento del modelo

De acuerdo con Torres (2009), existen dos formas que son habitualmente empleadas para la obtención del valor numérico de los parámetros del modelo:

- Estimación bayesiana
- Calibración

El primer método tiene como inconveniente el problema de la singularidad estocástica: el número de variables de control es mayor que el número de variables de estado. Esto se ha resuelto básicamente incorporando errores de medida en los datos [Sargent (1989), Altug (1989), Ireland (2004)] o aumentando en número de perturbaciones del modelo.

La calibración, por su parte, consiste en asignar valores arbitrarios a los parámetros o alternativamente obteniéndolos de datos disponibles, de variables proxys o tomándolos de otros trabajos.

Para efectos de esta investigación, algunos parámetros son estimados mediante métodos econométricos ad hoc y otros calibrados. Se muestra a continuación el listado de los parámetros.

<sup>12</sup> Es lógico pensar también que la economía foránea sigue una regla de política similar que estaría definida como:  
 $i_t^* = \phi_\pi^* \pi_t^* + \phi_y^* y_t^*$

**Cuadro 3 Parámetros del Modelo**

Fuente: Elaboración propia

| PARÁMETRO                                  | OBTENCIÓN  | VALOR NUMÉRICO                                                                 | MOTIVO/ REFERENCIA                                  |
|--------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $\{\beta\}$                                | Calibrado  | $\{\beta = 0.99\}$                                                             | Dificultad de identificar.                          |
| $\{\gamma\}$                               | Calibrado  | $\{\gamma = 0.87\}$                                                            | Burriel, Fernández-Villaverde, Rubio-Ramírez (2010) |
| $\{\varphi\}$                              | Calibrado  | $\{\varphi = 5\}$                                                              | Mickelsson (2009)                                   |
| $\{\theta\}$                               | Calibrado  | $\{\theta = 6.11\}$                                                            | Mickelsson (2009)                                   |
| $\{\alpha\}$                               | Estimado   | $\{\alpha = 0.566\}$                                                           | Ver Anexo I                                         |
| $\{\delta\}$                               | Estimado   | $\{\delta = 0.67\}$                                                            | BCN (CNA 2006)                                      |
| $\{\eta\}$                                 | Calibrado  | $\{\eta = 2\}$                                                                 | Duncan (2005)                                       |
| $\{\omega, \varepsilon, \eta^*\}$          | Calibrados | $\{\omega = 0.28;$<br>$\varepsilon = 6;$<br>$\eta^* = 3\}$                     | Valdivia (2008)                                     |
| $\{\rho_a\}$                               | Estimados  | $\{\rho_a = 0.875\}$                                                           | Ver Anexo II                                        |
| $\{\varphi_y, \varphi_\pi, \rho_v\}$       | Calibrados | $\{\varphi_y = 0.04$<br>$\varphi_\pi = 1.01$<br>$\rho_v = 0.45\}$              | Cálculos propios <sup>13</sup>                      |
| $\{\psi\}$                                 | Calibrado  | $\{\psi = 0.01\}$                                                              | Chumacero, Schmidt-Hebbel, Fuentes (2004)           |
| $\{\rho_z, \rho_u, \rho_y^*, \rho_\pi^*\}$ | Calibrados | $\{\rho_z = 0.8$<br>$\rho_u = 0.8$<br>$\rho_y^* = 0.8$<br>$\rho_\pi^* = 0.8\}$ | Burriel, Fernández-Villaverde, Rubio-Ramírez (2010) |

## V. Simulaciones del modelo

El modelo es resuelto con Octave<sup>14</sup> mediante el preprocesador Dynare<sup>15</sup>. La duración, magnitud y simetría de las siguientes perturbaciones sobre la economía nicaragüense: productividad, demanda, inflación, regla de política monetaria, producción e inflación externas, son examinadas mediante las funciones impulso-respuesta generadas por la simulación estocástica del modelo.

- Perturbación en la productividad

Una perturbación en la productividad tiende a incrementar la producción agregada empleando menos cantidad de

factores. El incremento de la producción agregada, a su vez, aumenta el consumo agregado. Se observa, sin embargo, que es el componente doméstico el que aumenta al contrario del componente externo (importaciones) que se sitúan los primeros cuatro períodos de la simulación por debajo del estado estacionario. Para situarse por encima del estado estacionario después del período quinto. El aumento de la producción agregada, causado por el aumento en la productividad, aumenta la capacidad de exportar de la economía; esto es debido a una mejora de los términos de intercambio y por la depreciación del tipo de cambio real. Dado que en este caso, las exportaciones superan a las importaciones, el saldo de exportaciones netas, es superavitario hasta el período 15, en los períodos posteriores se torna deficitario.

<sup>13</sup> El BCN no articula su política monetaria mediante un esquema de metas explícitas de inflación. Por tanto, no es posible modelar la reacción de la autoridad monetaria mediante una función de tipo Taylor. Alternativamente, cualquier intento de modelación mediante ese esquema conduciría a coeficientes no significativos o con órdenes de magnitud distintos a los teóricos esperados. Por eso, la elección de los parámetros parte de la premisa de que el BCN ajusta sus instrumentos de política para mantener una inflación baja y estable; y que además la condición estructural de alto desempleo (y subempleo) de la economía nicaragüense hace posible que expansiones de la demanda agregada (es decir, cuando el PIB efectivo está por encima del PIB potencial) no tengan efectos significativos en la inflación.

<sup>14</sup> Software libre y de código abierto para realizar cálculos numéricos. Puede ser bajado desde <http://www.octave.org>

<sup>15</sup> Dynare es una plataforma de software para el manejo de una amplia clase de modelos entre los que se incluyen modelos de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE) y modelos de generaciones traslapadas (OLG). Esta plataforma ha sido desarrollada fundamentalmente en CEPREMAP. Puede ser bajado libremente desde <http://www.dynare.org>

Gráfico 4 Shock de productividad y sus efectos (I)

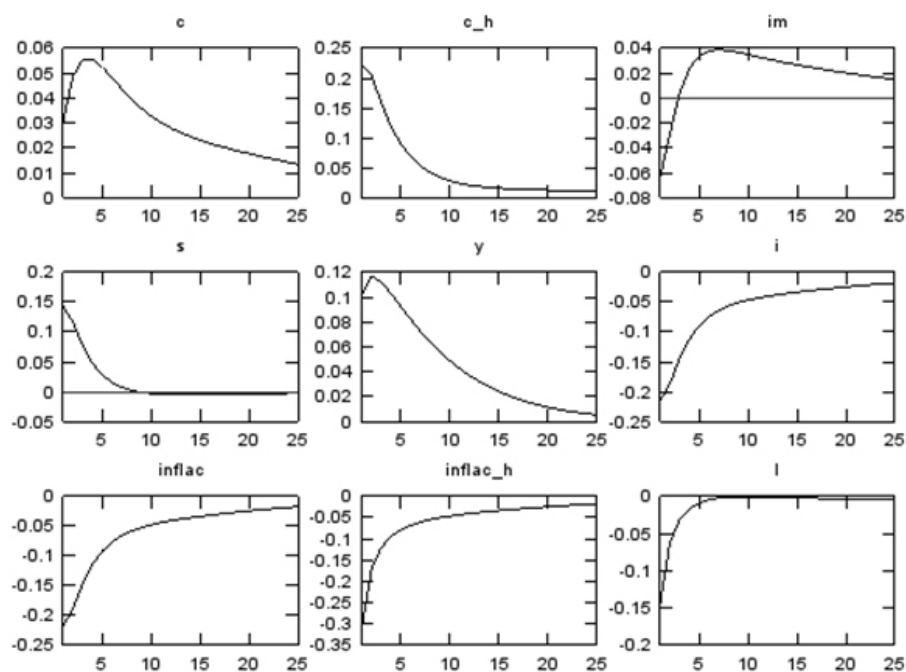
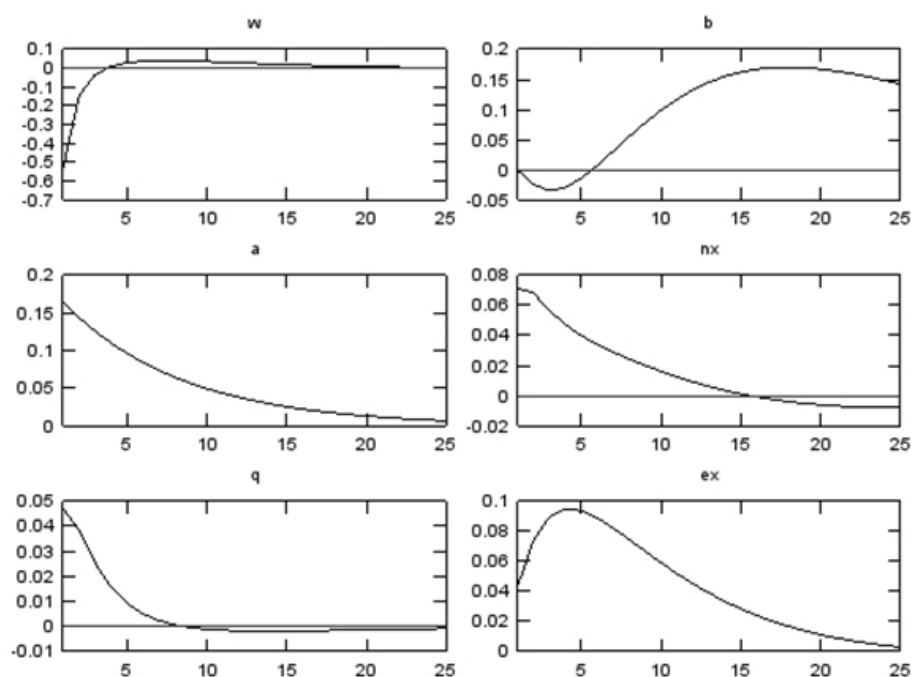


Gráfico 5 Shock en la productividad y sus efectos (II)



- Perturbación en la demanda

Un aumento de la demanda, aumenta ambos componentes del consumo agregado (el doméstico y las importaciones) por encima de su estado estacionario hasta en el período décimo. El aumento en el consumo agregado viene acompañado de una baja en el tipo de cambio real hasta por cinco períodos (para después volver a aumentar por encima de su estado estacionario), lo cual implica:

- Una caída en el producto durante aproximadamente cinco períodos para posteriormente situarse por encima de su estado estacionario en los períodos siguientes.

- Una baja en las exportaciones durante 10 períodos aproximadamente, para situarse en los períodos siguientes por encima de su estado estacionario.
- Presiones inflacionarias a la baja.
- Los salarios por encima del estado estacionario pero decreciendo geoméricamente.
- Factor trabajo por debajo del estado estacionario los primeros cinco períodos para en los períodos posteriores situarse por encima de su estado estacionario.

**Gráfico 6 Shock en la demanda y sus efectos (I)**

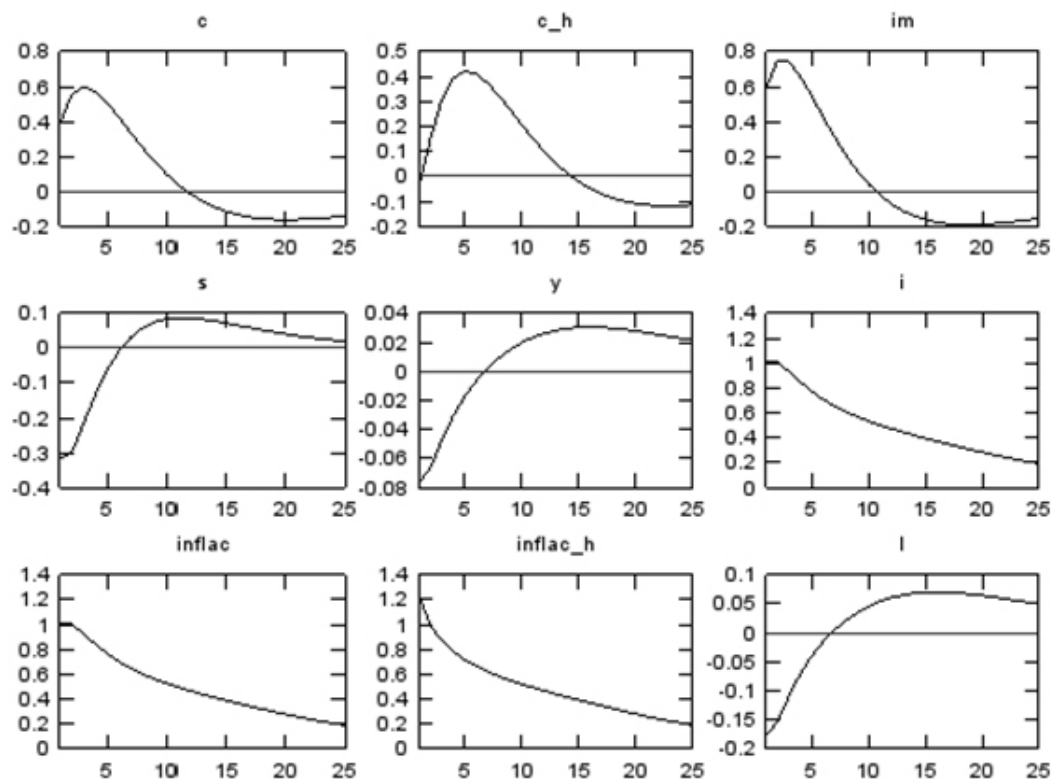
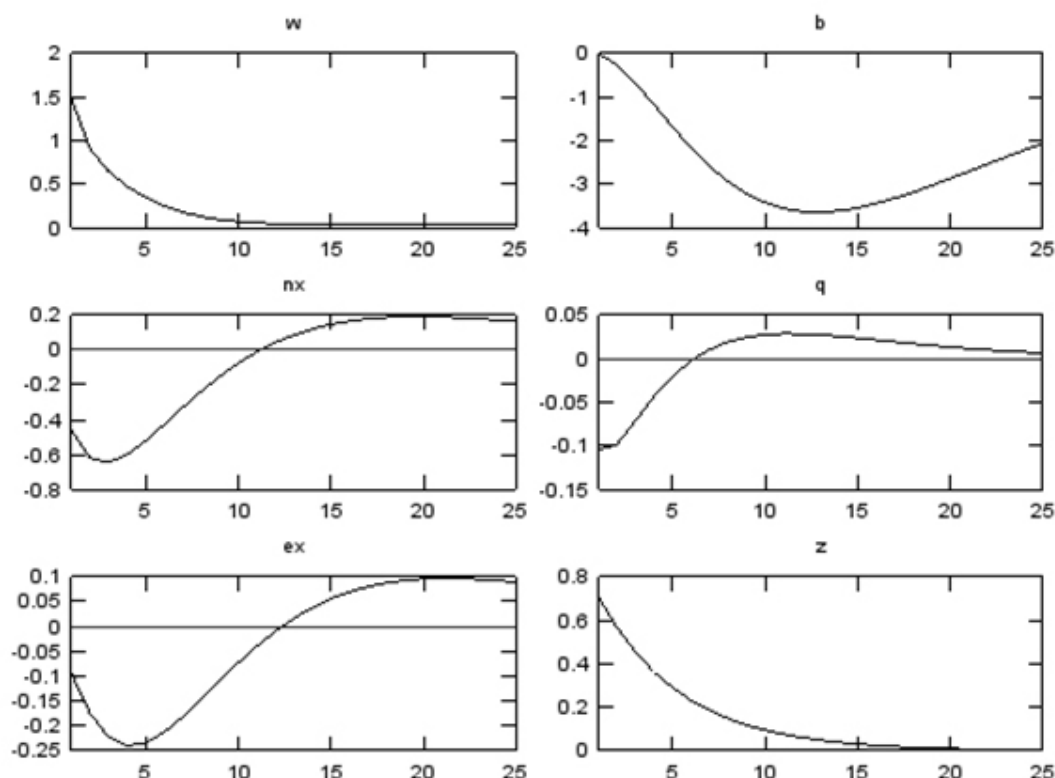




Gráfico 7 Shock en la demanda y sus efectos (II)



- Perturbación en la inflación

De acuerdo con Flores-Sarria (2010), existe una dicotomía entre la inflación y el crecimiento económico para la economía de Nicaragua; razón por la cual una perturbación en la inflación coloca a la producción agregada por debajo de su estado estacionario. El producto retorna a su estado estacionario a partir del vigésimo período para permanecer allí en los períodos posteriores. Al contraerse el producto, también se contrae el consumo agregado (tanto su componente doméstico como el consumo en forma de importaciones) debido a la pérdida de poder adquisitivo del salario real (se observa a través de la gráfica que  $w$  se encuentra por debajo de su estado estacionario, retornando a él después del período vigésimo). En el caso del

consumo doméstico, este alcanza el estado estacionario a partir del décimo período. Las importaciones lo alcanzan mucho después del período vigesimoquinto. Una contracción en la producción agregada disminuye la cantidad de exportaciones. Las exportaciones alcanzan el estado estacionario hasta en el período 20. Como consecuencia del comportamiento de las exportaciones y de las importaciones, las exportaciones netas alcanzan el estado estacionario poco después del décimo período para permanecer en lo sucesivo por encima del estado estacionario.

Gráfico 8 Shock en la inflación doméstica y sus efectos (I)

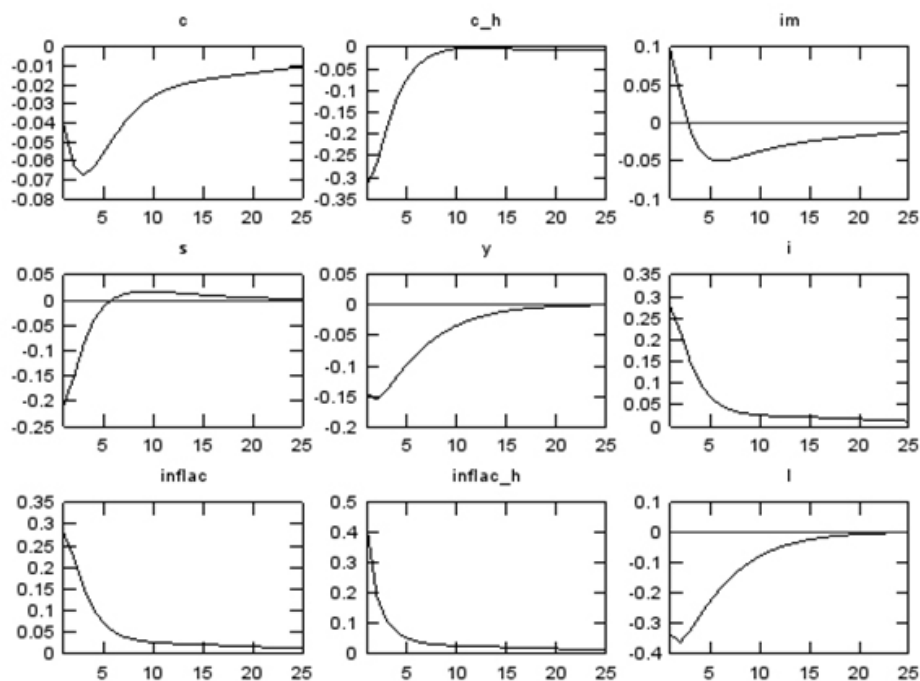
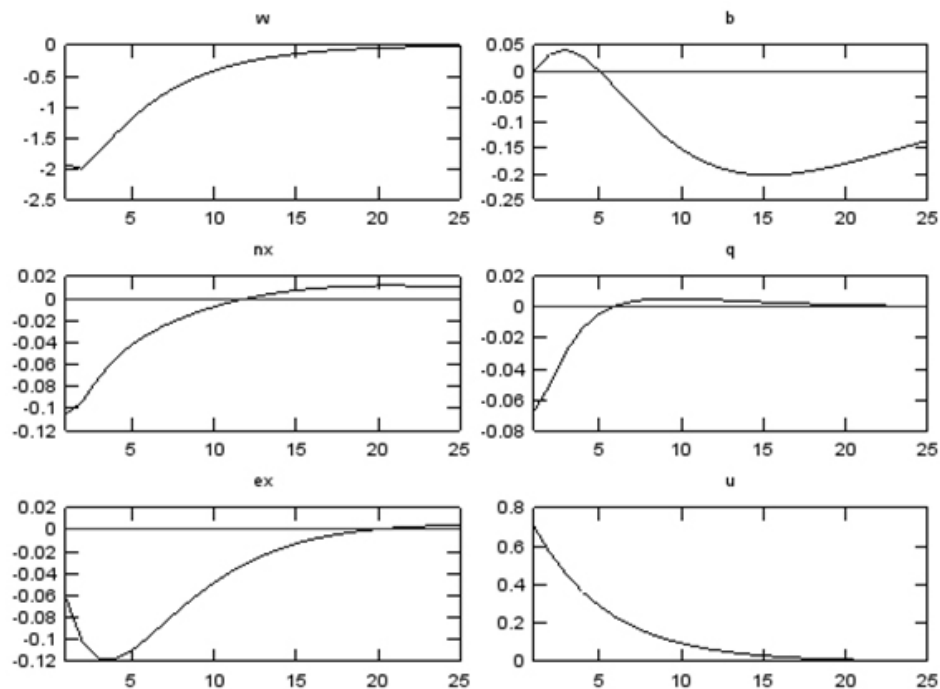


Gráfico 9 Shock en la inflación doméstica y sus efectos (II)



- Perturbación en la regla de política monetaria (tasa de interés doméstica)

Se asume que la autoridad monetaria conduce su política monetaria mediante una función de reacción a la Taylor a como se especifica en [61]. Es decir:

$$i_t = \phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t$$

Una perturbación en la regla de política, denotada mediante una variación en la tasa de interés doméstica, contrae el consumo agregado. La contracción es más profunda antes

del quinto período para después converger hacia el estado estacionario en los períodos sucesivos, el componente del consumo agregado que más se contrae es el de las importaciones. El producto se sitúa por debajo de su estado estacionario, para retornar a él hasta en el décimo período. La contracción en el producto ocasiona una contracción en las exportaciones de la misma duración. Como puede observarse, la perturbación de la regla de política es de corta duración, la mayoría de variables se contrae de su estado estacionario hasta en el período décimo para retornar al mismo en los períodos siguientes.

**Gráfico 10 Shock de política monetaria y sus efectos (I)**

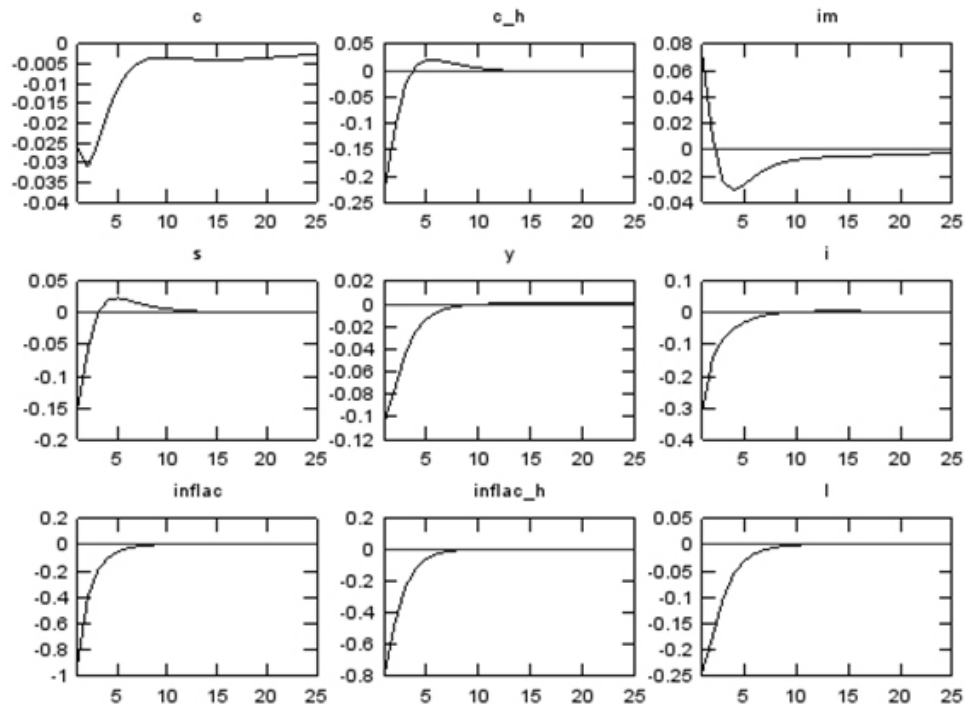
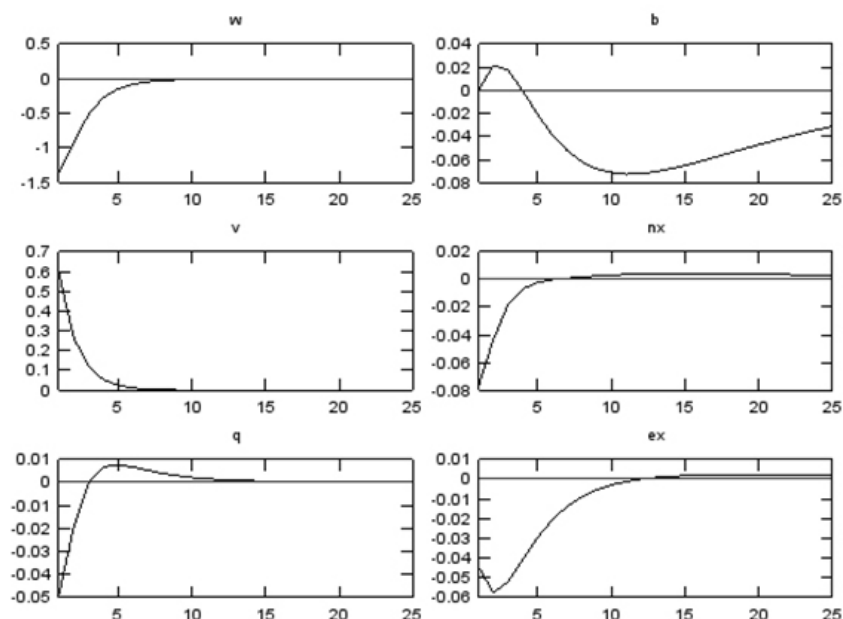


Gráfico 11 Shock de política monetaria y sus efectos (II)



- Perturbación en economía externa

Una mejora en el entorno económico externo sitúa a la producción agregada nacional por encima de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse ligeramente por debajo de su estado estacionario en los períodos siguientes. Dado que la producción agregada interna se expande, lo hacen también las exportaciones y la duración del shock tiene una duración y simetría similar a la del producto interno.

La economía local y la externa están conectadas por la vía del comercio de bienes y servicios; pero también por

los mercados financieros a través de las tasas de interés. La expansión de la economía externa se acompaña de una expansión en la tasa de interés externa, que impacta en la tasa de interés local situándola por encima de su estado estacionario hasta aproximadamente el sexto período para situarse en los períodos siguientes por debajo del estado estacionario. El aumento en la tasa de interés local ocasiona que el consumo agregado esté por debajo de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse por encima del mismo en los períodos sucesivos; el mismo patrón de comportamiento se repite en los otros componentes del consumo agregado: el consumo interno y las importaciones.

Gráfico 12 Shock en la economía del resto del mundo (I) v sus efectos

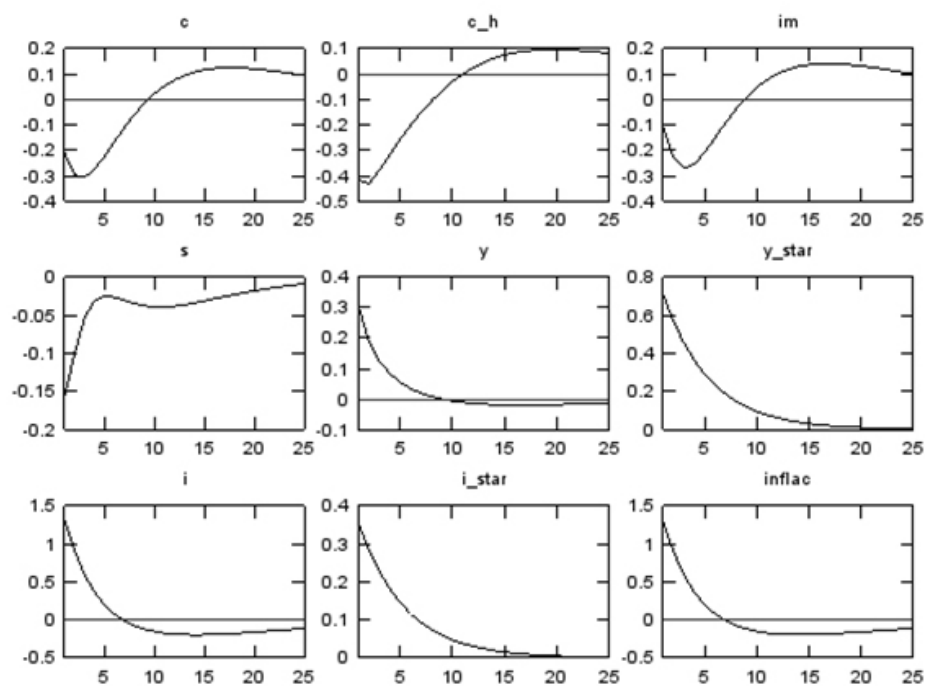
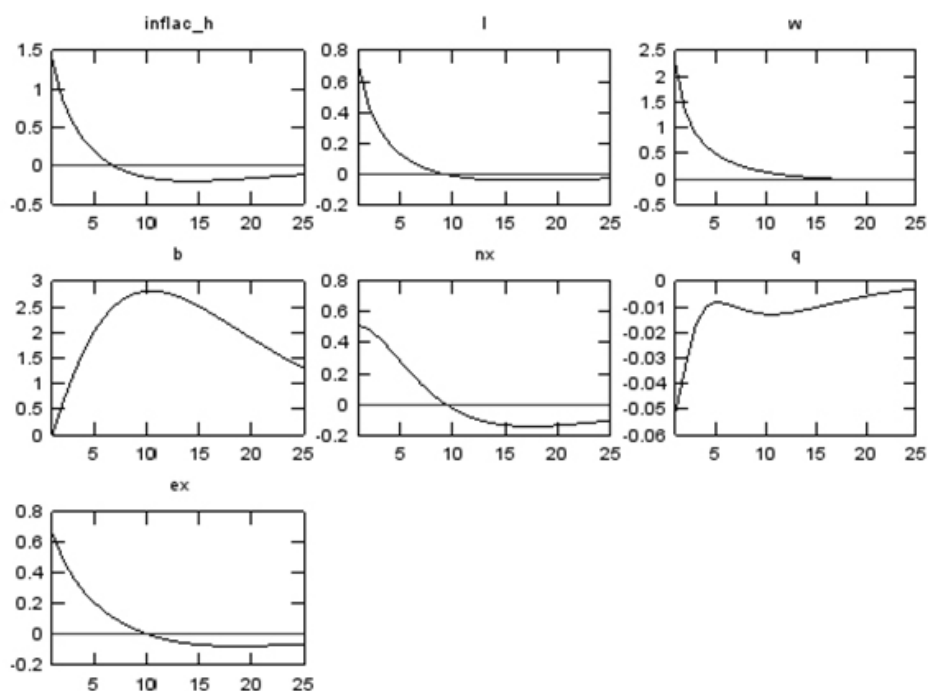


Gráfico 13 Shock en la economía del resto del mundo (II) y sus efectos





- Perturbación en la inflación externa

Una perturbación de inflación externa sitúa a la producción agregada nacional por encima de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse ligeramente por debajo de su estado estacionario en los períodos siguientes. Dado que la producción agregada interna se expande, lo hacen también las exportaciones pero con órdenes de magnitud diferentes a los observados con la perturbación de producción externa.

La expansión de la inflación externa se acompaña de una expansión en la tasa de interés externa, que impacta en la tasa de interés local situándola por encima de su estado estacionario hasta aproximadamente el sexto período para situarse en los períodos siguientes por debajo del estado estacionario.

El aumento en la tasa de interés local ocasiona que el consumo agregado esté por debajo de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse por encima del mismo en los períodos sucesivos; el mismo patrón de comportamiento se repite en los otros componentes del consumo agregado: el consumo interno y las importaciones.

La perturbación de inflación externa impacta también la inflación local; situándola por encima de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse por debajo de él en los períodos siguientes.

**Gráfico 14 Shock en la inflación del resto del mundo y sus efectos (I)**

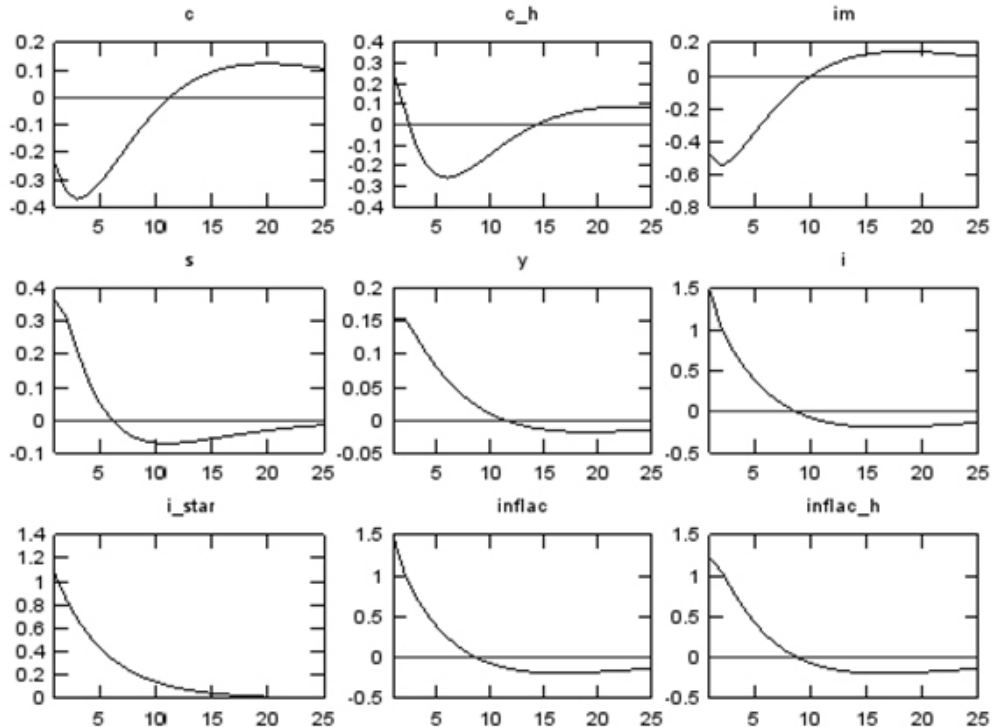
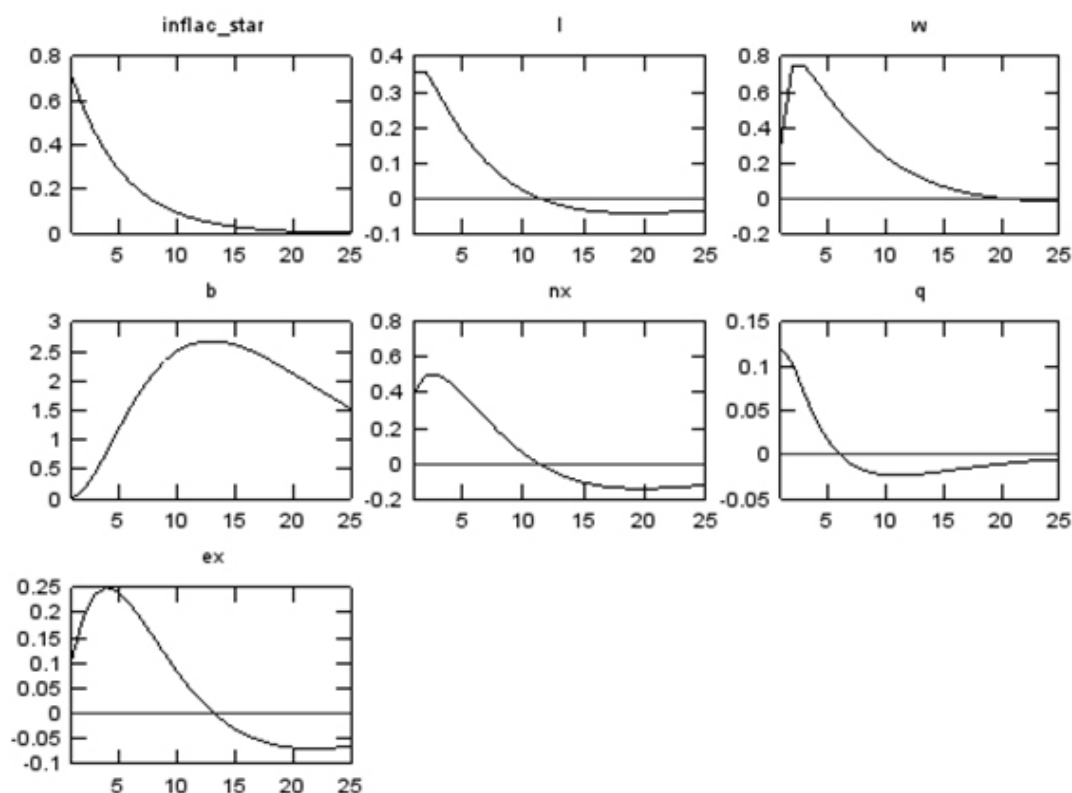


Gráfico 15 Shock en la inflación del resto del mundo y sus efectos (II)



## VI. Conclusiones

En este documento se calibró un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico para la economía nicaragüense; empleando los siguientes supuestos: economía pequeña y abierta, imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales y formación de hábitos en el consumo. El modelo se utilizó para analizar la magnitud, simetría, duración y efectos de perturbaciones externas e internas sobre las principales variables de la economía nicaragüense. Las siguientes perturbaciones son consideradas en el análisis: productividad, demanda, inflación, regla de política, e inflación y producto de la economía externa.

Un aumento en la productividad tiene como efectos: el aumento en la producción agregada, las exportaciones y el consumo agregado; principalmente en el componente doméstico de dicho consumo. Los efectos del aumento en la demanda son: el incremento en el consumo agregado,

tanto el componente doméstico como las importaciones; y una disminución del producto y las exportaciones para después colocarse por encima del estado estacionario. La inflación, al mostrar una relación inversa con el producto, contrae tanto el consumo agregado como las exportaciones. La perturbación de política monetaria (aumento de la tasa de interés) contrae el producto, el consumo agregado, las exportaciones y las presiones inflacionarias; sin embargo, a diferencia de las otras perturbaciones, las variables vuelven a su estado estacionario con rapidez. Las perturbaciones en la economía externa tienen efectos diferenciados sobre las variables locales; por un lado, expanden la producción agregada y las exportaciones. Por el otro, se incrementa la tasa de interés interna, ocasionando de esta forma que el consumo agregado esté por debajo de su estado estacionario para retornar a él después del décimo período.

## Referencias

- Acevedo-Jiménez, I. (2011). Impacto de las reformas tributarias en Nicaragua. En: Sexto Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Altug, S. (1989). Time to build and aggregate fluctuations: some new evidence. *International Economic Review*, 30(4), 889-920.
- Arriaza-Herrera, J. C. (2008). Términos de Intercambio y Tipo de Cambio Real: Un modelo DSGE para la Economía Guatemalteca. En: Segundo Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Brock, W; Mirman, L. (1972). Optimal economic growth and uncertainty: The discounted case. *Journal of Economic Theory*, 4, 479-513.
- Burriel, P; Fernández-Villaverde, J; Rubio-Ramírez, J. F. (2010). MEDEA: a DSGE model for the Spanish economy. Springer-Verlag.
- Cáceres, L. R; Flores-Sarria, A. I. (2011). Brecha comercial y estancamiento económico en Centroamérica (1994-2008). Documento sin publicar.
- Calvo, G. (1983). Staggered prices in a utility maximizing framework. *Journal of Monetary Economics* 12, 383-398.
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32, 233-240.
- Castillo-Maldonado, C. (2007). Modelo macroeconómico de pronósticos. En: Primer Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Chumacero, R; Schmidt-Hebbel, K; Fuentes, R. (2004). Chile's Free Trade Agreements: How Big is the Deal? Documento de Trabajo, 264. Banco Central de Chile.
- Duncan, R. (2005). How Well Does a Monetary Dynamic Equilibrium Model Account for Chilean Data? In *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*. Rómulo Chumacero, Klaus Schmidt-Hebbel Eds. Central Bank of Chile.
- Flores-Sarria, A. I. (2012). Un modelo de crecimiento económico y vulnerabilidad externa para Nicaragua (1970-2011). Documento sin publicar.
- Flores-Sarria, A. I. (2010). Banca Central, Inflación y Crecimiento: El caso de Nicaragua. Tesis de maestría. Instituto Internacional Albertus Magnus, Managua, Nicaragua.
- Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*. Princeton University Press.
- Gottfries, N. (2002). Market Shares, Financial Constraints and Pricing Behaviour in the Export Market. *Economica*, 69, 583-607.
- Grigoras, V. (2010). Estimation of an open economy DSGE model for Romania: Do nominal and real frictions matter? *The Bucharest Academy of Economic Studies*.
- Ireland, P. (2004). A method for taking models to the data. *Journal of Economic Dynamic and Control*, 28, 1205-1226.
- Johansen, S; Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration, with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Koopmans, T. (1965). On the concept of optimal economic growth. In *The Econometric Approach to Development Planning*. North-Holland, Amsterdam.
- Kwiatkowski, D; Phillips, P. C. B; Schmidt, P; Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- Kydland, F; Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50, 1350-1372.
- Litsios, I. (2010). Neoclassical and Keynesian Dynamics for a Small Open Economy: An Empirical Analysis. *Research Journal of International Studies*, 16.

- Mayorga, F. (2008). Nicaragua 2010: El futuro de la economía. Ediciones Albertus, Managua, Nicaragua.
- Mickelsson, G. (2009). Monetary Policy in Closed and Open Economies. Master Thesis, Department of Economics. Uppsala Universitet.
- Ramsey, F. (1927). A contribution to the theory of taxation. *Economic Journal*, 37(145), 47-61.
- Raymsey, F. (1928). A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, 38(152), 543-559.
- Sargent, T. (1989). Two models of measurement and the investment accelerator. *Journal of Political Economy*, 97(2), 251-287.
- Siri, G. (1979). A Minimodel of External Dependence of the Central American Economies. In *Short-Term Macroeconomic Policy in America Latina*, Jere Behrman & James Hanson Eds.
- Stéphane, A; Bastani, H; Juillard, M; Karemé, F; Mihoubi, F; Perendia, G; Pfeifer, J; Ratto, M; Villemot, S. (2011). *Dynare: Reference Manual Version 4*. Dynare Working Papers, 1, CEPREMAP.
- Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39, 195-214.
- Torres, J. L. (2009). *Introducción al Equilibrio General Dinámico Macroeconómico*. Departamento de Teoría e Historia Económica. Universidad de Málaga.
- Valdivia, D. (2008). ¿Es importante la fijación de precios para entender la dinámica de la inflación en Bolivia? INESAD, WP 02/2008.

### Anexo I: Estimación de una función de producción para Nicaragua

La ecuación [15] define la expresión genérica empleada para denotar la existencia de una función de producción para Nicaragua.

$$Y_t = A_t L_t^{1-\alpha} \quad [15]$$

A fin de estimar [15], las siguientes variables son empleadas:

| VARIABLE | Significado                 | Unidad de medida             | Fuente        |
|----------|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| PIBR     | Producto interno bruto real | Millones de córdobas de 2006 | BCN: CNA 2006 |
| OCUPADOS | Total de ocupados           | Miles de personas            | BCN           |

Previo a la estimación, a las variables anteriores se les transforma logarítmicamente y se les aplica el contraste KPSS<sup>16</sup> (1992) a fin de probar la hipótesis nula de estacionariedad en dichas variables; es decir:

$$\begin{aligned} H_0: y_t &= c + u_t \\ H_1: y_t &= y_{t-1} + u_t \\ u_t &\sim \text{NIID}(0, \sigma_u^2) \end{aligned}$$

| Variable                   | Valor calculado | Valor crítico | Resultado        |
|----------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| LnPIBR                     | 0.706           | 0.487         | Rechazo $H_0$    |
| LnOCUPADOS                 | 0.698           | 0.487         | Rechazo $H_0$    |
| $\Delta \text{LnPIBR}$     | 0.066           | 0.487         | No rechazo $H_0$ |
| $\Delta \text{LnOCUPADOS}$ | 0.154           | 0.487         | No rechazo $H_0$ |

$$\begin{aligned} H_0: y_t &= \alpha + bt + u_t \\ H_1: y_t &= c + y_{t-1} + u_t \\ u_t &\sim \text{NIID}(0, \sigma_u^2) \end{aligned}$$

| Variable                   | Valor calculado | Valor crítico | Resultado        |
|----------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| LnPIBR                     | 0.056           | 0.150         | No rechazo $H_0$ |
| LnOCUPADOS                 | 0.080           | 0.150         | No rechazo $H_0$ |
| $\Delta \text{LnPIBR}$     | 0.064           | 0.150         | No rechazo $H_0$ |
| $\Delta \text{LnOCUPADOS}$ | 0.108           | 0.150         | No rechazo $H_0$ |

<sup>16</sup>Es un acrónimo que se refiere a Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin, quienes fueron los desarrolladores del test.

Las variables han resultado ser no estacionarias en niveles y estacionarias en tendencias<sup>17</sup>. Se procede entonces a estimar, mediante el método de Johansen y Juselius, la expresión [15]. Imponiéndose además como restricción, la existencia de un único vector de cointegración y de un valor igual a cero para el término de corrección de error asociado a la ecuación de corto plazo de los ocupados. De acuerdo con los resultados de la estimación:

No se rechaza la existencia de un vector de cointegración, definido como:  $\ln PIBR_t = 8.313 + 0.434 * \ln OCUPADOS_t$ .

No se rechaza además la unicidad de dicho vector, por tanto las restricciones impuestas se cumplen.

Por otro lado, en la ecuación de corto plazo para PIBR, CointEq1 es negativo y significativo.

El coeficiente asociado a la variable  $\ln OCUPADOS$  en el vector de cointegración es significativo e igual a 0.434, por tanto  $\alpha = 0.566$  que es el parámetro de interés buscado.

Se muestran a continuación los resultados anteriores:

#### Vector Error Correction Estimates

Date: 02/12/13 Time: 14:52

Sample (adjusted): 1998 2011

Included observations: 14 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

#### Cointegration Restrictions:

$B(1,1) = 1$ ,  $A(2,1) = 0$

Convergence achieved after 23 iterations.

Restrictions identify all cointegrating vectors

LR test for binding restrictions (rank = 1):

Chi-square(1) 0.253410

Probability 0.614684

<sup>17</sup> Los resultados indican que ambas variables son I (1) en niveles, aunque sean I (0) en tendencias. Debe recordarse que en presencia de cambios estructurales y de tamaños de muestra pequeños, los test de raíces unitarias tienden a perder potencia. Conviene en estos casos emplear contrastes no paramétricos, contrastes que incorporen alguna forma de cambio estructural o bien apoyarse en el análisis gráfico. Es decir, examinar las funciones de autocorrelación simple y parcial. En todo caso, si consideramos no estacionariedad (como condición necesaria para la existencia de una relación de largo plazo entre las variables), se observa que no es posible rechazar la hipótesis nula de cointegración; esto corrobora además el carácter procíclico de ambas variables que la teoría señala.

| Cointegrating Eq:                       |  | CointEq1                             |                                      |
|-----------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| LOG(PIBR(-1))                           |  | 1.000000                             |                                      |
| LOG(OCUPADOS(-1))                       |  | -0.433959<br>(0.15879)<br>[-2.73295] |                                      |
| C                                       |  | -8.312969                            |                                      |
| Error Correction:                       |  | D(LOG(PIBR))                         | D(LOG(OCUPADOS))                     |
| CointEq1                                |  | -0.221543<br>(0.08419)<br>[-2.63150] | 0.000000<br>(1.15516)<br>[ NA]       |
| D(LOG(PIBR(-2)))                        |  | -0.342769<br>(0.26556)<br>[-1.29072] | -0.958728<br>(1.15516)<br>[-0.82995] |
| D(LOG(PIBR(-3)))                        |  | 0.448086<br>(0.44964)<br>[ 0.99655]  | 1.684870<br>(1.95585)<br>[0.86145]   |
| D(LOG(OCUPADOS(-2)))                    |  | -0.295778<br>(0.18490)<br>[-1.59963] | -0.329421<br>(0.80430)<br>[-0.40957] |
| D(LOG(OCUPADOS(-3)))                    |  | -0.217855<br>(0.14545)<br>[-1.49776] | -0.352173<br>(0.63270)<br>[-0.55662] |
| C                                       |  | 0.049275<br>(0.01699)<br>[ 2.89983]  | 0.044391<br>(0.07391)<br>[ 0.60058]  |
| R-squared                               |  | 0.528570                             | 0.156135                             |
| Adj. R-squared                          |  | 0.233926                             | -0.371281                            |
| Sum sq. Resids                          |  | 0.002492                             | 0.047145                             |
| S.E. equation                           |  | 0.017648                             | 0.076767                             |
| F-statistic                             |  | 1.793927                             | 0.296037                             |
| Log likelihood                          |  | 40.57182                             | 19.98996                             |
| Akaike AIC                              |  | -4.938832                            | -1.998565                            |
| Schwarz SC                              |  | -4.664950                            | -1.724683                            |
| Mean dependent                          |  | 0.034562                             | 0.051244                             |
| S.D. dependent                          |  | 0.020164                             | 0.065556                             |
| Determinant resid covariance (dof adj.) |  | 1.72E-06                             |                                      |
| Determinant resid covariance            |  | 5.63E-07                             |                                      |
| Log likelihood                          |  | 60.92954                             |                                      |
| Akaike information criterion            |  | -6.704219                            |                                      |
| Schwarz criterion                       |  | -6.065162                            |                                      |



## Anexo II: Estimación de la ecuación asociada a la perturbación de productividad

De acuerdo con [62], la perturbación asociada a la productividad en la función de producción [15] está definida como un proceso autorregresivo de primer orden [AR(1)]:

$$\alpha_t = \rho_a \alpha_{t-1} + \varepsilon_t^Y \quad [62]$$

La variable  $\alpha_t$  es obtenida residualmente a partir de la estimación de [15] en el anexo I. La estimación cumple con los supuestos clásicos: correcta especificación, homocedasticidad, ausencia de correlación serial, estabilidad paramétrica; el parámetro de interés  $\rho_a = 0.875$  y la desviación típica del error es 0.027

Se muestra a continuación el resultado de la estimación mediante mínimos cuadrados ordinarios de [62]:

### Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1996-2011 (T = 16) Variable dependiente: A

|                        | <i>Coefficiente</i> | <i>Desv. Típica</i>   | <i>Estadístico t</i> | <i>Valor p</i> |
|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| const                  | 1.05339             | 0.61905               | 1.7016               | 0.11092        |
| A_1                    | 0.874677            | 0.0747525             | 11.7010              | <0.00001***    |
| Media de la vble. dep. | 8.296443            | D.T. de la vble. dep. |                      | 0.086349       |
| Suma de cuad. residuos | 0.010376            | D.T. de la regresión  |                      | 0.027223       |
| R-cuadrado             | 0.907231            | R-cuadrado corregido  |                      | 0.900605       |
| F(1, 14)               | 136.9129            | Valor p (de F)        |                      | 1.29e-08       |
| Log-verosimilitud      | 36.02411            | Criterio de Akaike    |                      | -68.04821      |
| Criterio de Schwarz    | -66.50303           | Crit. de Hannan-Quinn |                      | -67.96909      |
| rho                    | 0.223519            | h de Durbin           |                      | 0.904420       |

Contraste de especificación RESET -

Hipótesis nula: La especificación es adecuada

Estadístico de contraste:  $F(2, 12) = 2.05257$

con valor  $p = P(F(2, 12) > 2.05257) = 0.17112$

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan (variante robusta) -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste:  $LM = 3.71693$

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 3.71693) = 0.0538634$

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste:  $\text{Chi-cuadrado}(2) = 3.1151$

con valor  $p = 0.210652$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 1 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste:  $LMF = 0.65355$

con valor  $p = P(F(1,13) > 0.65355) = 0.433392$

Contraste de ARCH de orden 1 -

Hipótesis nula: no hay efecto ARCH

Estadístico de contraste:  $LM = 1.11041$

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 1.11041) = 0.291992$

Contraste CUSUM de estabilidad de los parámetros -

Hipótesis nula: no hay cambio en los parámetros

Estadístico de contraste: Harvey-Collier  $t(13) = 0.316629$

con valor  $p = P(t(13) > 0.316629) = 0.756552$

**Anexo III: Código del modelo en Dynare**

```
//Modelo de equilibrio general dinámico estocástico para
Nicaragua
```

```
//Definición de las variables endógenas
var c c_h im s y y_star i i_star inflac inflac_h inflac_star l
w b a v nx q ex u z;
```

```
//Definición de las variables exógenas
varexo productividad regla_de_política curva_phillips
economía_mundial curva_is inflac_mundial;
```

```
//Definición de los parámetros y sus valores numéricos
parameters beta gamma theta phi alpha lambda omega
epsilon kappa_y kappa_a delta etha mu etha_star psi phi_
pi phi_y phi_pistar phi_ystar
rhoa rhoz rhou rhov rhoy_star rhopi_star;
```

```
//Valores numéricos de los parámetros
```

```
beta          = 0.99;
gamma         = 0.87;
theta         = 6.11;
phi           = 5;
alpha         = 0.566;
lambda        = 0.21;
omega         = 0.28;
epsilon       = 6;
kappa_y       = 2.70;
kappa_a       = 2.91;
delta         = 0.67;
etha          = 2;
mu            = 0.1;
etha_star     = 3;
psi           = 0.01;
phi_pi        = 1.01;
phi_y         = 0.04;
phi_pistar    = 1.5;
phi_ystar     = 0.5;
rhoa          = 0.875;
rhoz          = 0.8;
rhou          = 0.8;
rhov          = 0.45;
rhoy_star     = 0.8;
rho_pi_star   = 0.8;
```

```
//Definición de las ecuaciones del modelo
model(linear);
```

```
ex = y_star + (mu * etha_star * s) + (1-mu)*((ex(-1) -
y_star(-1)));
q = (1 - delta)* s;
inflac = inflac_h + delta * (s - s(-1));
c = (1 - delta)*c_h + delta * im;
c_h = (etha * delta * s) + c;
y = ((1 - delta)*etha + mu * etha_star) * delta * s +
(1-delta)*c + delta*y_star + (delta*(1-mu)*(ex(-1)-y_
star(-1)));
i = phi_pi * inflac + phi_y * y + v;
i = i_star - psi * b + (s(+1) - s) + inflac(+1) - inflac_star(+1);
w = phi * l - gamma * (theta - 1) * c(-1) + theta * c;
-(gamma * (theta - 1) + theta) * c + z = -(gamma * (theta
- 1)) * c(-1) - theta * c(+1) + i - inflac(+1);
inflac_h = beta * inflac_h(+1) + kappa_y * y - kappa_a *
a - (lambda * gamma * (theta - 1)) * c(-1) + lambda * theta
* c + lambda * delta * s + u;
(1 - alpha) * l = y - a;
inflac_star = rhopi_star * inflac_star(-1) + inflac_mundial;
i_star = phi_pistar * inflac_star + phi_ystar * y_star;
b = (1 + i(-2) - inflac(-1)) * b(-1) + y(-1) - c(-1) -
(delta*s(-1));
nx = delta * (ex - im);
v = rhov * v(-1) + regla_de_política;
a = rhoa * a(-1) + productividad;
z = rhoz * z(-1) + curva_is;
y_star = rhoy_star * y_star(-1) + economía_mundial;
u = rhou * u(-1) + curva_phillips;
end;
```

```
//Definición de los valores iniciales
```

```
initval;
y = 0;
inflac = 0;
end;
```

```
//Cálculo del estado estacionario
steady;
```

```
//Comprobación de cumplimiento de las condiciones de
```

Blanchard-Kahn  
check;

//Se definen los shocks

shocks;

var curva\_is = 0.5;  
var regla\_de\_política = 0.35;  
var productividad = 0.027;  
var curva\_phillips = 0.5;  
var economía\_mundial = 0.5;  
var inflac\_mundial = 0.5;  
end;

//Desarrollo de las simulaciones estocásticas

stoch\_simul(periods=500,irf=25);



# **Incertidumbre, inflación y crecimiento económico en Guatemala: evidencia y lecciones para la política monetaria**

Herberth Solórzano Somoza,  
Juan Antonio Ibáñez Reyes

## **Resumen**

El propósito de este documento es el de determinar la relación existente entre la inflación, la incertidumbre (volatilidad) inflacionaria y el crecimiento económico de Guatemala durante el período 1985-2012. Para el efecto, se someten a prueba las hipótesis de Friedman (1977), Cukierman (1992) y Holland (1995) sobre la volatilidad de la inflación; y las de Black (1987) y Deveraux (1989) sobre la volatilidad del crecimiento. Estas interrelaciones se abordan desde tres perspectivas complementarias y no exploradas anteriormente para el caso de este país: (i) Se utiliza modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M para la inflación y el crecimiento económico utilizando variables dummies para períodos en que se implementaron reformas estructurales que afectaron la política económica de Guatemala y para meses preeleccionarios y poseleccionarios durante el período evaluado; (ii) Se estima la curva de impacto de las noticias para las especificaciones simétricas y asimétricas de la familia de modelos GARCH-M, con lo cual se pretende medir el impacto de las innovaciones actuales en la volatilidad condicional futura de la inflación y del crecimiento; y (iii) Se evalúan las relaciones de causalidad entre las variables y se estima un modelo de vectores autorregresivos con el propósito de examinar las funciones impulso-respuesta. Los resultados de los modelos de la presente investigación señalan que un aumento de la inflación estaría asociado con un aumento de la incertidumbre inflacionaria, lo que confirmaría la hipótesis de Friedman; no obstante, aumentos en la incertidumbre inflacionaria estarían asociados con disminuciones de la inflación,

debido a la reacción del Banco de Guatemala para anclar las expectativas inflacionarias, lo que apoyaría la hipótesis de Holland. Asimismo, la incertidumbre del producto tendería a afectar positivamente a la inflación, en línea con lo establecido por Deveraux y no por Black. Finalmente, los resultados ofrecen evidencia mixta acerca de la otra hipótesis de Black, es decir, sobre la posible relación positiva entre la incertidumbre del producto y el crecimiento. En general, se considera que las conclusiones de la presente investigación podrían ser de suma utilidad para el Banco de Guatemala ya que también indican que la incertidumbre inflacionaria y el nivel de inflación han disminuido considerablemente desde la adopción del conjunto de reformas estructurales desde principios de los años noventa (incluyendo la reciente adopción del régimen de metas explícitas de inflación) y que, en promedio, la volatilidad de la inflación no se ha incrementado previo a los comicios electorales, aunque sí levemente después de los mismos.

*“La incertidumbre es una margarita cuyos pétalos no se terminan jamás de deshojar”*

Mario Vargas Llosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Apropriadamente con el tema de este documento, no existe certeza de que esta cita sea de Mario Vargas Llosa. No obstante, los principales buscadores y sitios de internet la vinculan al premio Nobel de Literatura.  
[http://es.wikiquote.org/wiki/Mario\\_Vargas\\_Llosa](http://es.wikiquote.org/wiki/Mario_Vargas_Llosa)  
Diario ABC del 8 de octubre de 2010.



## Introducción

El ámbito de acción de la política monetaria está fuertemente influenciado por el entorno en el cual se desenvuelve la economía. Fenómenos externos y domésticos afectan permanentemente la evolución de la actividad económica, la inflación y las condiciones financieras, poniendo por tanto a la política monetaria en la permanente necesidad de reevaluar su entorno de manera de calibrar los instrumentos disponibles (Silva, 2012).

Ciertamente, existe abundante literatura económica respecto a la relación entre inflación y crecimiento económico (producto) en diferentes países y regiones. Si bien, aún permanece una considerable discusión sobre la naturaleza (positiva versus negativa; lineal versus no lineal), causalidad y magnitud de la relación entre estas variables, la mayoría de los investigadores coinciden en que una inflación alta y variable está asociada al deterioro del crecimiento económico de un país.

Derivado de lo anterior, desde la crisis del petróleo de los años setenta, la política económica ha sufrido cambios importantes en la mayoría de países. Por ejemplo, durante la década de los ochenta y de los noventa, los encargados de la ejecución de las políticas públicas fueron testigos de una amplia cantidad de reformas microeconómicas, tanto en países industrializados como en países emergentes, que pretendían equipar de mejor manera a las naciones para enfrentar posibles choques externos en el futuro. De hecho, un número considerable de países, incluyendo a Guatemala, fueron más allá y le brindaron a su banco central más independencia, adoptando con ello el esquema monetario de metas explícitas de inflación (en adelante, EMEI)<sup>2</sup>. Específicamente, en Guatemala el objetivo de una inflación baja y estable<sup>3</sup> se justifica legalmente en el Artículo 3 del Decreto Número 16-2002 del Congreso de la República de Guatemala, Ley Orgánica del Banco de Guatemala<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Para una discusión detallada de la adopción del EMEI en Guatemala ver el Anexo I: Política Monetaria del Banco de Guatemala en el Esquema de Metas Explícitas de Inflación en el *Informe de Política Monetaria a Marzo de 2012*.

<sup>3</sup> Según la *Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia de Noviembre de 2011* vigente a la fecha, y la *Evaluación y Revisión de la Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia a Noviembre de 2012*, el objetivo de mediano plazo (2013-2015) es de una inflación meta de 4.0% con un rango de +/- una desviación estándar.

<sup>4</sup> El Banco de Guatemala tiene como objetivo fundamental, contribuir a la creación y mantenimiento de las condiciones más favorables al desarrollo ordenado de la economía nacional, para lo cual, propiciará las condiciones monetarias, cambiarias y crediticias que promuevan la estabilidad en el nivel general de precios.

Por otra parte, en el campo macroeconómico hoy en día se le da mayor importancia a mantener un superávit fiscal durante el ciclo económico, mientras que a la política monetaria se le asigna el control de la inflación o la estabilidad de precios. Estos cambios en el marco de la política macroeconómica, aunado a las reformas microeconómicas, han coincidido con una significativa disminución en la variabilidad de ciertas variables, especialmente de la inflación y del crecimiento económico. De hecho, Bernanke (2004) ha señalado que esta disminución en la volatilidad de estas variables macroeconómicas, período conocido como la Gran Moderación, se debió a cuatro factores:

1. Cambios en la composición y comportamiento de los componentes del Producto Interno Bruto (PIB);
2. La eficacia de las políticas fiscal y monetaria;
3. Reformas estructurales en los mercados; y
4. El haber recibido choques externos menos frecuentes o más leves<sup>5</sup>.

Sin embargo, a pesar de lo anterior, ha existido poco consenso respecto a la contribución relativa que estos cuatro factores han tenido sobre la reducción de la volatilidad del producto y de la inflación. Esta situación despertó el interés de muchos economistas quienes se dieron a la tarea de evaluar empíricamente las relaciones de volatilidad entre las principales variables macroeconómicas a lo largo de los últimos años. En esta línea, Friedman (1977) y Ball (1992) plantearon la hipótesis de que una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre (volatilidad) sobre los niveles futuros de inflación, lo cual entorpece las decisiones de consumidores y productores y, por tanto, reduce el crecimiento económico. Es decir, sin esta incertidumbre los agentes planearían mejor el futuro y se facilitaría la toma de decisiones óptimas por parte de ellos. Una hipótesis

<sup>5</sup> La Gran Moderación fue un concepto con el que los economistas partidarios del modelo de crecimiento de los años 90 describían lo que percibían como el fin de la volatilidad económica (los ciclos económicos de crecimiento, crisis y depresión), que se habría producido gracias al sistema financiero de finales del siglo XX y que tendría carácter permanente. La expresión fue acuñada por James Stock, de la Universidad de Harvard. La validez de ese concepto quedó cuestionada con la crisis de 2008, que había comenzado con la quiebra de Lehman Brothers y el pánico financiero de finales de 2007. A mediados de los años 80, las principales variables económicas (producto nacional bruto, índice de producción industrial, salarios y tasa de desempleo) comenzaron a experimentar un descenso notable en cuanto a su volatilidad (Bernanke, 2004).

alternativa fue la propuesta por Cukierman y Metzler (1986) y Cukierman (1992), los cuales muestran que un incremento en la incertidumbre acerca del crecimiento del dinero y de la inflación incrementará la inflación óptima promedio, ya que el aumento en la incertidumbre proveerá un incentivo a los responsables de la política monetaria de crear sorpresas inflacionaria para estimular el crecimiento del producto. Al contrario, Holland (1995) y Grier y Perry (1998) discuten que, dado el hecho que la incertidumbre es costosa para la economía, el banco central podría actuar de una manera estabilizadora. Es decir, la incertidumbre puede incentivar al banco central a reducir la tasa de inflación para disminuir los costos de la incertidumbre.

En términos de la variable del producto y la incertidumbre del producto, Black (1987) sostiene que la decisión de invertir en tecnología especializada estaría asociada a un nivel de riesgo mayor; no obstante, dicha inversión produciría una tasa de crecimiento superior. Ciertamente, el autor hace hincapié en que una mayor incertidumbre del producto estaría asociada con una tasa de crecimiento real más alta. Finalmente, Deveraux (1989) señala que la incertidumbre del producto aumentaría las presiones inflacionarias, dado que la indexación de los salarios está relacionada negativamente con las variaciones de las distorsiones reales.

En este contexto resulta importante examinar, para un país como Guatemala, la evolución reciente que han tenido la incertidumbre inflacionaria y del producto y sus efectos sobre el crecimiento económico y la inflación. Al respecto, este documento de investigación pretende encontrarle respuesta a preguntas como: ¿tiene la incertidumbre inflacionaria algún efecto sobre la inflación y el crecimiento económico en Guatemala?; ¿tiene la incertidumbre del producto efecto sobre el crecimiento económico?; ¿afectaron a la volatilidad de la inflación las reformas que iniciaron a principios de los años noventa?; ¿se han comportado de forma distinta las volatilidades de la inflación en los períodos pre y post elecciones?; ¿qué implican estos resultados para la política monetaria que ejecuta el Banco de Guatemala?

Obviamente, darle respuesta a estas preguntas resulta de vital importancia para un banco central, aunque a su vez puede tornarse en una tarea complicada, particularmente, si es una temática no explorada con anterioridad.

Sin embargo, para abordar ordenadamente estas cuestiones, en la primera parte de este documento se hace una revisión de la literatura sobre las relaciones entre las variables de estudio. A continuación, el segundo capítulo contextualiza al lector con las reformas en materia de política económica que iniciaron a principios de los años noventa y que concluyen, en materia de política monetaria, con la adopción del EMEI en 2005. Posteriormente, en el tercer capítulo se describe la metodología empírica sobre los modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M que se aplicarán al caso de Guatemala; y, seguidamente, se analizan los resultados obtenidos en el capítulo cuatro. Luego, en el quinto capítulo, se presenta la estimación de la curva de impacto de noticias para la volatilidad de la inflación y del producto, utilizando especificaciones simétricas y asimétricas. De acuerdo a nuestro conocimiento esta temática tampoco se había tratado antes para el caso de Guatemala, lo que constituye otro aporte relevante del presente estudio. En el sexto capítulo, se analizan las relaciones de causalidad de Granger y las funciones impulso-respuesta a partir de un modelo irrestricto de vectores autorregresivos. Finalmente, se proporcionan conclusiones que sintetizan el trabajo y se sugieren posibles líneas de investigación futura.

## **1. Revisión de la literatura**

### **1.1. Inflación y crecimiento económico**

Parece no existir un consenso claro acerca de la relación entre la inflación y el crecimiento económico o producto. Teóricamente, la relación puede ser positiva o negativa; o incluso, puede que no exista relación alguna. En Kaldor (1956), la inflación redistribuye el ingreso a partir de los asalariados hacia los dueños del capital, cuya propensión marginal a ahorrar es alta. Por lo tanto, la inflación incrementa los ahorros y, consecuentemente, la inversión y el producto. Tobin (1965) desarrolló un modelo en donde la inflación reduce la riqueza acumulada, la cual a su vez aumenta los ahorros, la inversión y el crecimiento. Por su parte, Stockman (1981) muestra que en una economía con una restricción cash-in-advance en el consumo y la inversión, la inflación reducirá el crecimiento. Por otra parte, Sidrauski (1967) señala como factor determinante de la relación entre estas variables a la superneutralidad del dinero. Es decir, que el nivel de la oferta monetaria no sólo no afecta a las variables reales, sino que su crecimiento tampoco tiene efectos sobre la actividad económica.

En esta línea, Friedman (1977) y Ball (1992) plantearon la hipótesis de que una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación, lo cual entorpece las decisiones de consumidores y productores y, por tanto, reduce el crecimiento económico. Sin esta incertidumbre, los agentes planearían mejor el futuro y se facilitaría la toma de decisiones óptimas por parte de ellos.

La variedad de posibilidades teóricas también se encuentra en la literatura empírica. La naturaleza de la incertidumbre de la relación entre inflación y crecimiento económico, si es que existe, fue capturada por Milton Friedman (1973) de la siguiente forma:

*"...históricamente, todas las posibles combinaciones han ocurrido: inflación con y sin crecimiento económico; no inflación con o sin crecimiento económico"<sup>6</sup>*

Por tanto, no sorprende que la literatura empírica sobre este tema esté dividida. Los primeros estudios (Tun Wai, 1959; Bhatia, 1961) no encuentran ninguna relación entre las variables en cuestión. Posteriormente, existen estudios que incluyen a varios países (Fischer, 1993; Barro, 1996) que encuentran que la inflación afecta negativamente al producto. Fischer (1993) encuentra que un incremento de 10.0% en la inflación (un aumento de 5.0% a 15.0%) estaba correlacionado con una disminución del producto de 0.4% al año. Asimismo, Barro (1996) estimó que un 1.0% extra de inflación reduciría el crecimiento económico entre 0.02% y 0.03% anual.

Por otra parte, las investigaciones empíricas como las de Levine y Renelt (1992), Levine y Zervos (1993), Stanners (1993), Bruno y Easterly (1998) y Easterly (2003) indican que la relación negativa entre inflación y crecimiento económico está influenciada por valores extremos o por países que han experimentado valores atípicos en estas variables<sup>7</sup>. El trabajo de Paul et al (1997) que involucra a 70 países (48 de los cuales son países en desarrollo) durante el período 1960-1989 no señala evidencia a favor de una relación causal entre la inflación y el crecimiento económico en 40.0% de los países; únicamente el 20.0% reporta una causalidad bidireccional (ya sea, inflación-

crecimiento o viceversa). Adicionalmente, el trabajo muestra que en algunos casos existe una relación positiva pero en otras resulta ser negativa.

Recientemente, el interés se ha trasladado a investigar la posibilidad de una relación no-lineal entre estas variables macroeconómicas. Por ejemplo, estudios de países como los de Bruno y Easterly (1998); Easterly (2003); Dornbusch y Fischer (1993) y Fischer et al (2002) encuentran un rango de inflación (entre 25.0%-40.0%) que si se sobrepasa inhibe el crecimiento económico de un país. Finalmente, estudios realizados por el Fondo Monetario Internacional (FMI) como los de Sarel (1996) y Khan y Abdelhak (2000) encuentran que la inflación por arriba de 2.0%-3.0% podría ser perjudicial para el crecimiento económico en los países industrializados; el rango podría variar para el caso de los países en desarrollo (7.0%-11.0%). Un estudio reciente de datos de panel para países industrializados y en desarrollo, elaborado por Sepehri y Moshiri (2004), encuentra que los puntos estimados de inflexión varían considerablemente entre 15.0% para países de ingresos medianos, 11.0% para países de bajo ingresos y 5.0% para países de ingresos altos.

## 1.2. Incertidumbre inflacionaria y crecimiento económico

Aunque la relación entre la inflación y el producto todavía permanece sin resolver, tanto a nivel teórico como empírico, existe otra relación menos estudiada aún: el vínculo entre el proceso inflacionario y el desempeño económico<sup>8</sup>. Okun (1971) y Friedman (1977) argumentaron que el aumento en la incertidumbre reduce la función de información de los movimientos de los precios y dificulta la contratación en el largo plazo lo que, consecuentemente, reduciría el crecimiento económico de un país. Friedman (1977) también argumentaba que una alta inflación conllevaba a una mayor incertidumbre inflacionaria. Por su parte, Ball (1992) formalizó la relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria. En el modelo de Ball, el público no sabe la preferencia del encargado de política, aunque la incertidumbre sobre las preferencias del encargado de política afecta únicamente a la incertidumbre inflacionaria cuando la inflación es alta.

<sup>6</sup> Ver Friedman (1973: 41).

<sup>7</sup> Esto es consistente con Levine y Zervos (1993), los cuales encuentran que la relación inflación y producto desaparece cuando dos casos extremos (Nicaragua y Uganda) son eliminados de la muestra. Stanners

<sup>8</sup> Para una revisión exhaustiva de la literatura sobre este tema, tanto teórica como empírica, ver Fountas et al (2006), Payne (2008) y Tawadros (2009).

Así como no hay un consenso en la literatura sobre la relación entre inflación y crecimiento, también los argumentos están divididos en lo que respecta a la relación entre incertidumbre e inversión y su consecuente impacto en el producto. Por ejemplo, Caballero (1991) denota que la estructura del modelo es la que determina si el efecto de la incertidumbre sobre la inversión será negativo o positivo. En el modelo de Craine (1989), con firmas aversas al riesgo, el efecto es negativo en la medida que las firmas se abstienen de inversiones de largo plazo. Sin embargo, Dotsey y Sarte (2000) utilizan un modelo de *cash-in-advance* para mostrar que los agentes aversos al riesgo tienden a ahorrar más durante los períodos de incertidumbre. Por otra parte, en los modelos con firmas competitivas y ajustes simétricos de costos (por ejemplo, Hartman, 1972; Abel, 1983) el efecto de la incertidumbre es positivo. Cuando la inversión se puede postergar, pero es irreversible, es decir, con ajustes asimétricos de costos, la incertidumbre puede afectar negativamente a la inversión (Cukierman, 1980; Bernanke, 1983; McDonald y Siegel, 1986; Dixit y Pindyck, 1993). Como se evidencia en Pindyck y Solimano (1993), la decisión de invertir se comporta como lo hace un instrumento derivado, específicamente, como lo hace una opción. Es decir, las empresas pueden ejercer la opción o postergar el derecho a ejercerla. Una mayor incertidumbre aumenta el valor de postergar la ejecución de la opción, en el sentido de que incrementa la tasa de retorno requerida de los proyectos de inversión corrientes, lo que resulta en un retraso de cualquier otro proyecto de inversión. Por tanto, una mayor incertidumbre reduce el crecimiento económico.

Cabe indicar que los primeros estudios empíricos, como los de Grier y Tullock (1989) sobre la relación entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria y su consecuente impacto sobre el desempeño económico, utilizaron como medida de incertidumbre la dispersión de los pronósticos de inflación o la varianza de la inflación. Grier y Tullock (1989) encontraron evidencia que apoya la hipótesis de Friedman-Ball que sugiere que una inflación más alta conlleva a más incertidumbre inflacionaria. Los autores también encuentran que la incertidumbre inflacionaria afecta negativamente el crecimiento económico. No obstante, Clark (1997) no encuentra una relación robusta entre la inflación promedio y el producto, ni de la volatilidad de la inflación y el crecimiento económico.

La utilización ya sea de la varianza de la inflación o de la dispersión de los pronósticos de inflación ha resultado

problemática para algunos economistas. Ciertamente, Grier y Grier (2006) señalan que una variable volátil puede ser tanto volátil como predecible. Es decir, la volatilidad probablemente sobrestima sistemáticamente el nivel de incertidumbre. Según estos autores: *“variaciones en la dispersión de los pronósticos de inflación durante un período de tiempo podrían tener muy poco que ver con fluctuaciones en la incertidumbre. Es muy posible que el individuo que pronostica tenga un intervalo de confianza muy amplio de su estimación, aunque las estimaciones de un grupo de individuos muestren muy poca dispersión”*.<sup>9</sup> Derivado de lo anterior, estudios más recientes están utilizando la varianza condicional como medida de incertidumbre, en línea con el trabajo pionero de Engle (1982) sobre modelos autorregresivos con heterocedasticidad condicional (ARCH, por sus siglas en inglés). Los estudios que utilizan los modelos ARCH generalizados (GARCH) –como los de Fountas et al (2006); Wilson (2006); y Grier et al (2004)– reportan una relación positiva estadísticamente significativa entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria y una negativa entre estas variables y el crecimiento económico en los países industrializados. Por otra parte, Rahman y Serletis (2009), utilizando datos para los Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá y Japón, encuentran que la incertidumbre inflacionaria tuvo efectos diferentes sobre el producto.

### 1.3. La inflación y la incertidumbre inflacionaria

La variabilidad es usualmente tomada como un *proxy* de la inflación. No obstante, ambos conceptos son diferentes. La variabilidad inflacionaria es un proceso *ex post* que tiene que ver con los valores que toma la tasa de inflación período a período y sus fluctuaciones alrededor de un valor medio, y se calcula como la desviación de los valores de la tasa de inflación en cada período. Esta puede asociarse a la varianza de la serie en un período de tiempo. Si tal varianza es muy grande, no significa que la tasa de inflación sea impredecible; ya que si los agentes elaboran sus expectativas conociendo el modelo subyacente, cualquier cambio importante en la política monetaria será internalizado por los agentes en sus expectativas con poca incertidumbre. Por otro lado, la incertidumbre es un concepto *ex ante* y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas. Como lo expone Evans (1991), si los individuos poseen poca información,

<sup>9</sup> Ver Grier y Grier (2006: 481-482).



ellos pueden ver el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil.

Los primeros trabajos sobre la incertidumbre inflacionaria asumían que ésta se correlacionaba directamente con la variabilidad de la inflación. En los trabajos de Klein (1977) y Khan (1977), los cuales indagan sobre el impacto de la incertidumbre inflacionaria en la demanda por dinero, se utilizan diferentes medidas de la variabilidad como indicadores de la incertidumbre sobre la inflación. Estos trabajos, basándose en los hallazgos de Okun (1971), asumían que una mayor tasa de inflación se relaciona con una mayor varianza de la inflación y, por tanto, una mayor incertidumbre acerca del nivel de precios.

Friedman (1977) y Ball (1992) exponen la hipótesis de que mayores niveles de inflación crean mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación. Friedman (1977) plantea que existe una correlación positiva entre las tasas de inflación y la incertidumbre de dichas tasas en el futuro y argumenta que la causalidad va desde la inflación a la incertidumbre. Dicho autor enfatiza que una mayor volatilidad de la inflación distorsiona los precios relativos reduciendo el poder informativo que tienen los precios para coordinar la actividad económica. Para Friedman, sólo una inflación impredecible tendrá efecto sobre las variables reales de la economía.

Ball (1992) le da sustento teórico al análisis de Friedman, mediante un modelo de juegos repetidos como el de Barro y Gordon (1983). Dicho autor construye un modelo de política monetaria en el cual un incremento en la tasa de inflación conlleva a más incertidumbre acerca de la inflación futura. En este modelo, los agentes que basan sus decisiones en información pública imperfecta sobre las actuales y futuras preferencias de los responsables de la política monetaria, no perciben riesgo de comportamiento oportunista de las autoridades cuando se presentan niveles bajos de inflación, lo que resulta en una incertidumbre inflacionaria baja. Sin embargo, si la inflación es alta, el público es incapaz de identificar las preferencias de las autoridades actuales, haciendo que se incremente la probabilidad de que el responsable de la política monetaria posponga un programa de estabilización, con el propósito de evitar una posible recesión. Golob (1994) concuerda en que la variabilidad de la inflación es la que más preocupa, ya que hace la inflación menos predecible. Asimismo, el autor argumenta que la incertidumbre inflacionaria

tiene dos efectos económicos que ocurren cuando la inflación efectiva difiere de las expectativas previas de los agentes. Por un lado, la misma induce a los agentes a tomar decisiones que difieren de aquellas que realizarían en un ambiente sin incertidumbre (*efectos ex ante*); por otra parte, existen efectos que se verifican luego de que las decisiones hayan sido realizadas (*efectos ex post*).

En los dos casos anteriores, la inflación es la fuente de la incertidumbre en la economía. Hay algunos modelos recientes que abordan el efecto de la incertidumbre sobre la tasa de la inflación en el futuro. Cukierman y Meltzer (1986) y Cukierman (1992) proponen un modelo en el cual el banco central se preocupa por la inflación pero, a la vez, está dispuesto a aprovechar la oportunidad de la incertidumbre para crear inflación inesperada. Dichos autores utilizan el supuesto de que la inflación objetivo de los políticos y el proceso de la oferta de dinero tienen componentes aleatorios. Por ello, cuando hay más inflación, la gente no sabe si la inflación ha sido causada por las preferencias del banco central, o por un cambio en la oferta del dinero. Esta incertidumbre incentiva al banco central para crear inflación inesperada.

Al contrario, Holland (1995) y Grier y Perry (1998) discuten que, dado el hecho que la incertidumbre es costosa para la economía, el banco central podría actuar de una manera estabilizadora. Es decir, la incertidumbre puede incentivar al banco central a reducir la tasa de inflación para disminuir los costos de la incertidumbre.

#### **1.4. Incertidumbre del producto, inflación y crecimiento económico**

Deveraux (1989) formaliza el vínculo entre el incremento en la volatilidad de las variables reales y la inflación, en el marco de la teoría de la política monetaria. El autor muestra que la volatilidad de las variables reales disminuye la cantidad óptima de indexación de salarios. Específicamente, sus resultados muestran que hay una relación positiva entre la inflación media y la magnitud de las distorsiones reales de la economía y entre la inflación media y la volatilidad del producto. El autor también señala que la incertidumbre del producto aumentaría las presiones inflacionarias, dado que la indexación de los salarios está relacionada negativamente con las variaciones de las distorsiones reales.



Por su parte, Black (1987) considera el vínculo entre la volatilidad del producto y el crecimiento real de la actividad económica. El autor sostiene que la decisión de invertir en tecnología especializada implica un mayor riesgo; sin embargo, dicha inversión produciría una tasa de crecimiento superior, es decir, se hace hincapié en que una mayor incertidumbre del producto estaría asociada con una tasa de crecimiento real más alta.

Las diferentes hipótesis que se exponen en este capítulo, y que serán analizadas a continuación para el caso de Guatemala, aparecen resumidas en el siguiente cuadro:

**Tabla 1. Resumen de las hipótesis**

| Hipótesis de:       | Relación Esperada                                    |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| Cukierman y Meltzer | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \uparrow \pi$   |
| Deveraux            | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \uparrow \pi$   |
| Friedman (a)        | $\uparrow \pi \rightarrow \uparrow \sigma_{\pi}^2$   |
| Friedman (b)        | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \downarrow y$   |
| Black (a)           | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \uparrow y$     |
| Black (b)           | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \downarrow \pi$ |
| Holland             | $\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \downarrow \pi$ |

Nota:  $\sigma_{\pi}^2$  y  $\sigma_y^2$  se refieren a la volatilidad de la inflación y a la volatilidad del producto, respectivamente.  $\pi$  y  $y$  se refieren a la inflación y el producto, en su orden.

## 2. Inflación, actividad económica, reformas y elecciones en Guatemala durante 1985-2012

Previo a analizar y evaluar las hipótesis establecidas en el capítulo anterior, es importante contextualizar al lector con lo acontecido en Guatemala durante el período analizado, ya que durante el período 1985 y 2012, Guatemala registró reformas importantes en su marco institucional y jurídico, así como en los ámbitos fiscales, monetarios, financieros, cambiarios y comerciales, los cuales se consideran relevantes para el análisis de los resultados.

En el caso de la política monetaria, hasta 1989 existió una dominancia fiscal, es decir, que el Banco de Guatemala podía otorgar crédito al gobierno. Esto tiene una implicancia muy importante, ya que existían incentivos políticos para

aumentar el gasto durante los años cercanos a la elección, por lo que esta facultad de obtener recursos directamente del banco central haría más atractiva la oportunidad de incrementar el gasto por parte de las autoridades de turno. Sin embargo, esto cambió con la reforma constitucional de 1994 (Artículo 133) de “crédito cero al gobierno”, lo cual no sólo fortaleció considerablemente la autonomía del Banco de Guatemala, sino también eliminó el incentivo por parte del Gobierno de turno para aumentar el gasto en tiempos electorales, utilizando esta vía<sup>10</sup>.

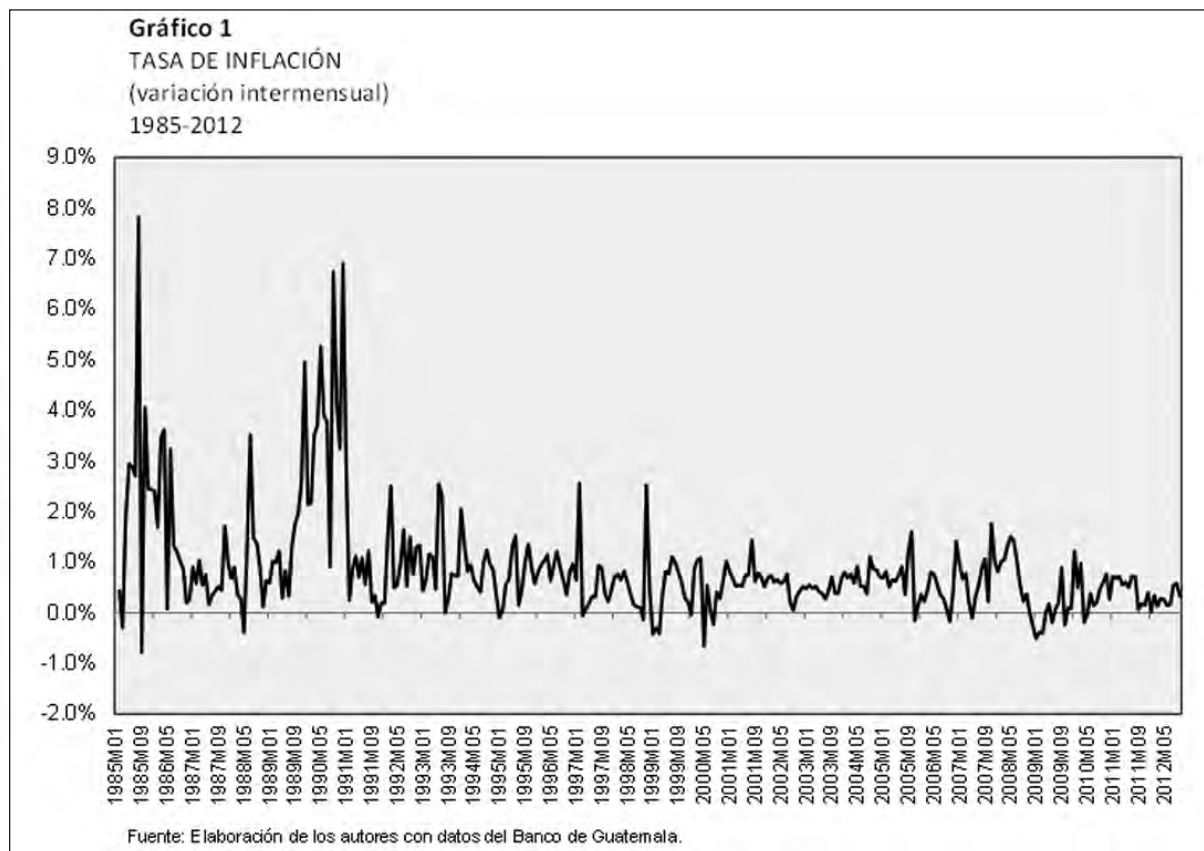
Adicionalmente, en la década de los ochenta y de los noventa el Banco de Guatemala funcionaba bajo un esquema monetario de agregados monetarios, el cual se modificó oficialmente, en el año 2005, con la adopción del Esquema de Metas Explícitas de Inflación (EMEI). Dicho esquema consiste en una estrategia de política monetaria que tiene como característica el compromiso oficial por parte del banco central con una meta cuantitativa explícita para la tasa de inflación, tomando en cuenta uno o varios horizontes temporales para el cumplimiento de dicha meta. El EMEI es un esquema de discrecionalidad restringida, aunque prevé un uso flexible de instrumentos de política monetaria, los esfuerzos son orientados al fin último de alcanzar la meta de inflación y para el efecto también hace uso de reglas (monetarias, cambiarias, etcétera). En la actualidad, el EMEI para el caso de Guatemala incorpora el compromiso explícito de la autoridad monetaria de utilizar los instrumentos que la ley le otorga para alcanzar la estabilidad en el nivel general de precios (entendida ésta como una inflación baja y estable) y se hace operativa por medio de una meta de inflación, buscando que la inflación observada se ubique en torno a la meta con un margen de tolerancia de +/- 1 punto porcentual. (Solórzano e Ibáñez, 2012)

Cabe indicar que el comportamiento de la inflación en Guatemala durante finales de la década de los ochenta y principios de los noventa se caracterizó por una alta volatilidad acompañada de episodios que registraron inflaciones, en términos intermensuales, cercanas a dos dígitos. Sin embargo, desde la adopción en 1991 de un conjunto de reformas orientadas a estabilizar la actividad

<sup>10</sup> Para una discusión detallada de las reformas y sus implicaciones teóricas sobre el ciclo político y económico de Guatemala, ver Solórzano e Ibáñez (2012).

económica y la inflación, y a una eventual transición al EMEI, la volatilidad de la inflación se ha moderado y su comportamiento ha estado entorno a los márgenes de tolerancia de la meta inflacionaria, con la excepción de los

años de la reciente crisis económica global, lo que indica que los agentes económicos han ajustado sus expectativas en línea con la meta establecida por el Banco de Guatemala (gráfico 1).



Por su parte, la política cambiaria también observaría cambios importantes durante el período 1985-2012, particularmente, la observancia del abandono del tipo de cambio fijo en 1989, en parte por la inconsistencia de la política monetaria con el objetivo de tipo de cambio fijo que resultó en una erosión de las reservas monetarias internacionales que incluso llegaron a ser negativas en el período 1982-1989, para luego dar paso al establecimiento de un tipo de cambio de flotación administrada, lo que desencadenaría en una fuerte volatilidad cambiaria

durante los años posteriores. Sin embargo, en la década de los dos mil, y acompañando la migración hacia el EMEI, el régimen cambiario fue fortaleciendo su flexibilidad hasta llegar a un régimen de tipo de cambio flexible con intervención cambiaria, la cual se utiliza para moderar volatilidad pero sin afectar su tendencia, y que está fundamentada en una regla previamente anunciada por el Banco de Guatemala en su Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia. (Solórzano e Ibáñez, 2012)



Ciertamente, los cambios estructurales que se han mencionado no se dieron de forma aislada. Los mismos fueron acompañados de reformas que afectaron a la economía guatemalteca en general. Por ejemplo, a principios de la década de los noventa se fue gestando gradualmente la reforma económica y financiera del país, que incluía la liberalización de las tasas de interés en 1989. Dicha transición sucedió sin la apropiada regulación, un fenómeno característico de las economías emergentes y en desarrollo en esos años, consecuencia de la represión financiera que existió en América Latina y en otros países en la década de los setenta y parte de los ochenta. Una de las últimas reformas que afectaría particularmente a la política cambiaria, fue la plena libertad y movilidad de capitales en 2001, como consecuencia de la aprobación de la Ley de Libre Negociación de Divisas, la cual ha dado lugar a un proceso de gradual dolarización en el país.

### 3. Modelos de heterocedasticidad condicional para la inflación y el crecimiento

Este capítulo presenta especificaciones heterocedásticas alternativas de modelos para el estudio de la incertidumbre (volatilidad) inflacionaria y del producto en Guatemala, utilizando datos mensuales de 1986M1 a 2012M12 en el caso de la inflación y de 1997M1-2012M12 en el caso del producto. En nuestro caso, y es el crecimiento económico o producto  $(= (\ln(\text{IMAE}_t) - \ln(\text{IMAE}_{t-1})) * 100)$ , IMAE es el índice mensual de la actividad económica desestacionalizado; y,  $\pi$  es la inflación  $(= (\ln(\text{IPC}_t) - \ln(\text{IPC}_{t-1})) * 100)$ , IPC es el índice de precios al consumidor desestacionalizado.

El modelo clásico o de referencia utilizado como punto de partida es el modelo GARCH desarrollado por Bollerslev (1986), el cual puede representarse como los siguientes sistemas de: (i) inflación y de volatilidad de la inflación; y (ii) de producto y volatilidad del producto:

$$\pi_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j \pi_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\pi,t}^2)$$

$$\sigma_{\pi,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{\pi,t-i}^2 \quad (3.2)$$

$$y_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{y,t}^2)$$

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{y,t-i}^2 \quad (3.4)$$

en donde j,p y q se identifican utilizando procedimientos estándar de series de tiempo.

Considerando la hipótesis de que el nivel de inflación puede influenciar la volatilidad de la inflación, como inicialmente lo indicaran Friedman (1977) y Ball (1992), la ecuación GARCH debe incluir rezagos de la inflación como variables explicativas adicionales. Además, para considerar la hipótesis de que la volatilidad de la inflación puede afectar el nivel de inflación, es necesario incorporar rezagos de la volatilidad de la inflación como variables explicativas en la primera ecuación del sistema (3.1), es decir, utilizar una representación GARCH-M. Ambas hipótesis pueden representarse utilizando el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\pi_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j \pi_{t-j} + \sum_{k \in K} \theta_k \sigma_{\pi,t-k}^2 + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\pi,t}^2)$$

$$\sigma_{\pi,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{\pi,t-i}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.6)$$

en donde j,k y s deben identificarse empíricamente utilizando los procedimientos estadísticos estándar (Akaike y Schwarz).

Basado en la hipótesis de Friedman y Ball, el parámetro  $\omega_s$  debe ser estadísticamente significativo y con signo positivo, lo mismo que el parámetro de la hipótesis de Cukierman  $\theta_k$ . En este caso, un signo negativo del parámetro  $\theta_k$  proporcionaría evidencia a favor de la hipótesis de Holland.

En línea con lo anterior, pero para el caso del crecimiento económico, utilizando una representación GARCH-M para validar las hipótesis de Black, el sistema de ecuaciones quedaría representado de la siguiente forma:

$$y_t = \mu + \sum_{j \in J} \vartheta_j y_{t-j} + \sum_{k \in K} \theta_k \sigma_{y,t-k}^2 + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{y,t}^2)$$

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{y,t-i}^2 + \sum_{s \in S} \delta_s y_{t-s} \quad (3.8)$$

en donde j,k y s deben identificarse empíricamente utilizando los procedimientos estadísticos estándar (Akaike y Schwarz). Basado en la hipótesis de Black el parámetro  $\theta_k$  debe ser estadísticamente significativo y con signo positivo.

No obstante, estos estudios se han enfocado primordialmente en modelos simétricos, en donde los choques no anticipados (positivos o negativos) tienen el mismo impacto sobre la volatilidad. Diferentes modelos asimétricos evalúan un comportamiento alterno. Entre ellos destaca el modelo *Threshold-GARCH-M* (TGARCH-M).

Al respecto, la ecuación de la volatilidad de la inflación para el modelo TGARCH-M (1,1) cambia relativamente a la del modelo GARCH-M y está representada por:

$$\sigma_{\pi,t}^2 = \beta_0 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{\pi,t-1}^2 + \varphi \tau_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.9)$$

en donde el parámetro  $\tau$  trabaja como una función indicativa que sigue el siguiente procedimiento:

$$\tau_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_{t-1} \leq 0 \\ 0 & \text{si } \varepsilon_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Si un choque inflacionario negativo ocurre, el impacto sobre la volatilidad será igual a  $\gamma_1 + \phi$  mientras que si el choque es positivo, el impacto sería únicamente  $\gamma_1$  debido a que para este evento  $\tau = 0$ .

De igual forma, la ecuación de la volatilidad del producto para el modelo TGARCH-M (1,1) cambia en relación a la del modelo GARCH-M y está representada por:

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{y,t-1}^2 + \phi \tau_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s y_{t-s} \quad (3.10)$$

en donde el parámetro  $\tau$  trabaja como una función indicativa que muestra el siguiente procedimiento:

$$\tau_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_{t-1} \leq 0 \\ 0 & \text{si } \varepsilon_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Si un choque del producto negativo ocurre, el impacto sobre la volatilidad será igual a  $\gamma_1 + \phi$  mientras que si el choque es positivo, el impacto sería únicamente  $\gamma_1$  debido a que para este evento  $\tau = 0$ .

Otra especificación asimétrica es la de un modelo GARCH exponencial en media (EGARCH-M, por sus siglas en inglés), el cual puede tomar en cuenta choques tanto positivos como negativos<sup>11</sup>. En lugar de utilizar el cuadrado del término de error estimado (como en el caso del GARCH-M) para calcular la varianza condicional como en las ecuaciones (3.5) y (3.6), el EGARCH-M utiliza el cociente del error estimado y su desviación estándar con el signo que tenga, pero también en términos absolutos. Adicionalmente, en el EGARCH-M la varianza condicional también depende de la varianza rezagada del término de error.

Por tanto, la ecuación de la volatilidad del modelo EGARCH-M (1,1) para la inflación y el crecimiento económico puede escribirse como sigue:

$$\ln(\sigma_{\pi,t}^2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\sigma_{\pi,t-1}^2) + \gamma_1 \left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{\pi,t-1}} \right) + \phi_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{\pi,t-1}} \right| + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.11)$$

$$\ln(\sigma_{y,t}^2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\sigma_{y,t-1}^2) + \gamma_1 \left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{y,t-1}} \right) + \phi_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{y,t-1}} \right| + \sum_{s \in S} \omega_s y_{t-s} \quad (3.12)$$

<sup>11</sup> Los modelos EGARCH fueron desarrollados por Nelson (1991).

en donde las ecuaciones (3.10) y (3.11) nos dan la varianza condicional del error de estimación en logaritmo ( $\ln(\sigma_t^2)$ ), la cual depende del error rezagado estandarizado  $\left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right)$ , del error rezagado estandarizado en valor absoluto  $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$ , de un rezago de ella misma y de rezagos de la variable que nos interesa (inflación y crecimiento, respectivamente). Un coeficiente  $\phi_1$  positivo y estadísticamente significativo señala que una desviación de  $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$  de su valor esperado causa que la incertidumbre aumente. Por su parte, un valor positivo y estadísticamente significativo de  $\gamma_1$  nos dice que la incertidumbre de la variable en cuestión, aumentará más en respuesta de un choque positivo ( $\varepsilon_{t-1} > 0$ ) que de un choque negativo ( $\varepsilon_{t-1} < 0$ ). Si  $\gamma_1 = 0$  los choques positivos tienen el mismo efecto sobre la incertidumbre que choques negativos de la misma magnitud.

#### 4. Evaluación y discusión de los resultados

Los resultados de las diferentes especificaciones de modelos de heterocedasticidad condicional para la inflación y el crecimiento se discuten en este capítulo.

La Tabla 2 muestra algunos indicadores estadísticos de las variables de estudio. Una simple inspección de los mismos nos dice que, tanto la inflación como el producto, presentan asimetrías positivas. No obstante, el sesgo de asimetría es considerablemente mayor en el caso de la inflación. Además, ambas variables muestran una cantidad considerable de exceso de curtosis. Por otra parte, tanto la inflación como el crecimiento económico no satisfacen el test de normalidad Jarque-Bera.

**Tabla 2. Estadísticas descriptivas**

|                   | Media | Desviación Estándar | Asimetría | Curtosis | Normalidad (Jarque-Bera) |
|-------------------|-------|---------------------|-----------|----------|--------------------------|
| $\pi$ : 1986-2012 | 0.877 | 1.060               | 2.957     | 15.247   | 2566.723 (0.000)         |
| $y$ : 1997-2012   | 0.277 | 1.944               | 0.470     | 11.609   | 590.689 (0.000)          |

Asimismo, los test estadísticos que aparecen en la Tabla 3 muestran que existe una cantidad significativa de dependencia serial en los datos. Ciertamente, el test Ljung-Box de correlación serial para datos cuadráticos proporciona fuerte evidencia de heterocedasticidad condicional en los mismos.



**Tabla 3. Test para correlación serial**

|       | Q(3)                 | Q(6)                  | Q(9)                  | Q(12)                  |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| $\pi$ | 81.170***<br>(0.000) | 379.210***<br>(0.000) | 478.560***<br>(0.000) | 497.120***<br>(0.0000) |
| y     | 49.466***<br>(0.000) | 62.364***<br>(0.000)  | 67.2420***<br>(0.000) | 70.217***<br>(0.000)   |

Errores estándar entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Un primer paso, para evaluar las diferentes hipótesis sobre inflación y crecimiento, es asegurarse de que la variable de inflación y la del producto que se modelan por medio del modelo ARIMA posean un comportamiento estacionario, es decir, sean integradas de orden cero o I(0). Como detalla Magendzo (1998), esto es importante por cuanto variables con un orden de integración mayor tienen asociada una varianza explosiva (infinita), por lo que no tiene sentido considerar estas varianzas como medidas de incertidumbre. Por el contrario, cuando una serie es estacionaria, su varianza está bien definida, es finita y tiene sentido como medida de incertidumbre. Los resultados de los test de raíz unitaria, utilizando los test estadísticos de Dickey Fuller Aumentado (ADF) y de Phillips-Perron (PP), aparecen en la Tabla 4 y muestran que las variables de inflación y crecimiento económico son estacionarias.

**Tabla 4. Test de raíz unitaria**

|       | Dickey-Fuller Aumentada |                        | Phillips-Perron        |                        |
|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       | Constante               | Constante y tendencia  | Constante              | Constante y tendencia  |
| $\pi$ | -4.787***<br>(0.0001)   | -5.667***<br>(0.0000)  | -12.973***<br>(0.0000) | -14.142***<br>(0.0000) |
| y     | -13.740***<br>(0.0000)  | -13.699***<br>(0.0000) | -32.345***<br>(0.0000) | -32.235***<br>(0.0000) |

Valor probabilístico entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

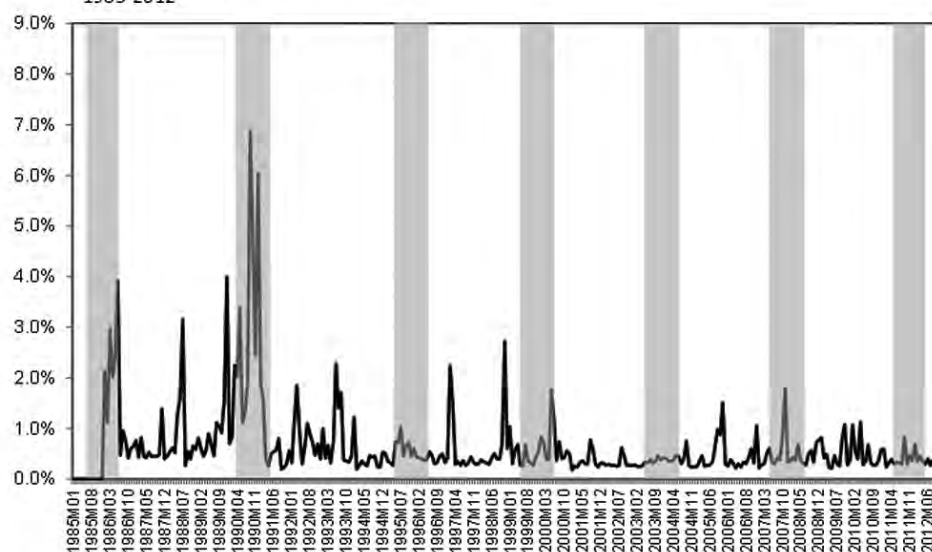
El segundo paso consiste en estimar los modelos de la familia GARCH-M establecidos en el capítulo anterior. Cabe indicar que las especificaciones podrían considerarse como modelos extendidos, es decir, que incluyen un número diferente de rezagos al modelo original y que además incorpora variables dummies o dicotómicas. Al respecto, se optó por incluir las siguientes tres variables dummies para el caso de la volatilidad de la inflación:

**Tabla 5. Definición de las variables dummies incluidas en el análisis**

|    |                       |                                                                                           |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Variable preelectoral | = 1 en el mes de las elecciones y los 5 meses antes de la elección, 0 en los otros casos. |
| 2. | Variable poselectoral | = 1 en los 6 meses después de las elecciones, 0 en los otros casos.                       |
| 3. | Variables reformas    | = 1 a partir de enero de 1991 hasta diciembre de 2012, 0 en los otros casos.              |

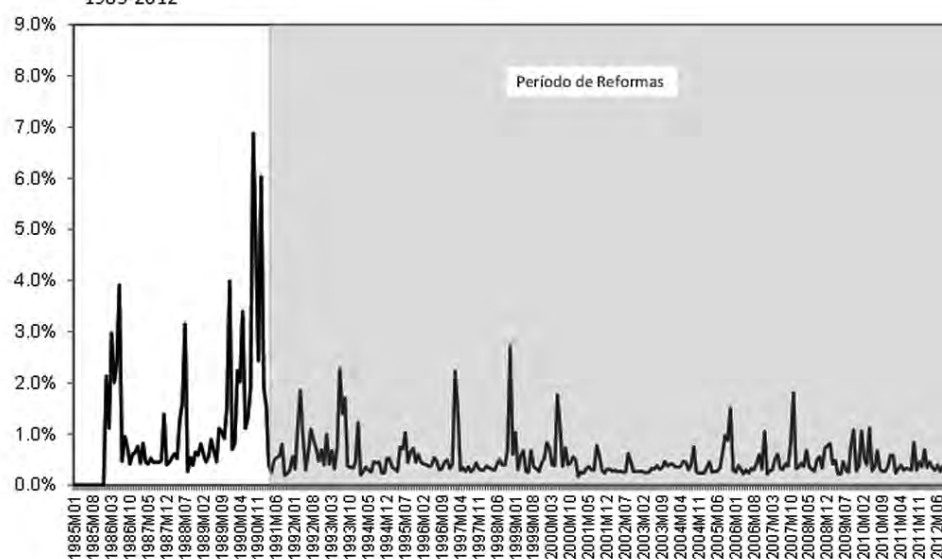
Las anteriores variables dicotómicas pretenden capturar, por un lado, el posible comportamiento atípico en la volatilidad de la inflación en los meses cercanos a las elecciones; y, por el otro, si existe un cambio estructural de la serie a partir de la década de los noventa, período desde el cual se han instaurado una serie de reformas que afectaron los distintos ámbitos de la política macroeconómica que se detallaron en el capítulo 2.

**Gráfico 3**  
**INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012



Nota: El área sombreada se refiere a los períodos de las variables preelectoral y poselectoral.  
 Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

**Gráfico 4**  
**INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

Tabla 6. Resultados de los modelos GARCH-M

Inflación ( $\pi$ ): Período 1985-2012 Crecimiento ( $y$ ): Período 1997-2012

| Coeficientes   | Ecuación de la media    |                        |                        | Ecuación de la media    |                        |                        |
|----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                | GARCH-M                 | TGARCH-M               | EGARCH-M               | GARCH-M                 | TGARCH-M               | EGARCH-M               |
| $\mu$          | 0.2364***<br>(0.0000)   | 0.2413***<br>(0.0000)  | 0.2249***<br>(0.0000)  | 0.4983***<br>(0.0039)   | 0.4917***<br>(0.0073)  | 0.3954***<br>(0.0459)  |
| $\rho_1$       | 0.5673***<br>(0.0000)   | 0.5503***<br>(0.0000)  | 0.5030***<br>(0.0000)  |                         |                        |                        |
| $\rho_6$       | 0.1846***<br>(0.0000)   | 0.1788***<br>(0.0000)  | 0.1900***<br>(0.0000)  |                         |                        |                        |
| $\rho_{12}$    | -0.0942***<br>(0.0000)  | -0.0949***<br>(0.0000) | -0.1044***<br>(0.0000) |                         |                        |                        |
| $\vartheta_1$  |                         |                        |                        | -0.5581***<br>(0.0000)  | -0.5589***<br>(0.0000) | -0.5476***<br>(0.0000) |
| $\vartheta_2$  |                         |                        |                        | -0.3267***<br>(0.0014)  | -0.3228***<br>(0.0028) | -0.2957***<br>(0.0099) |
| $\vartheta_3$  |                         |                        |                        | -0.1153<br>(0.1994)     | -0.1097<br>(0.2348)    | -0.1119<br>(0.2192)    |
| $\vartheta_4$  |                         |                        |                        | -0.0938<br>(0.3605)     | -0.0958<br>(0.3580)    | -0.0772<br>(0.4509)    |
| $\vartheta_5$  |                         |                        |                        | -0.1834**<br>(0.0458)   | -0.1861**<br>(0.0498)  | -0.1491*<br>(0.0967)   |
| $\vartheta_6$  |                         |                        |                        | -0.0934<br>(0.1964)     | -0.0940<br>(0.2270)    | -0.0813<br>(0.2386)    |
| $\theta_1$     | -0.0945***<br>(0.0000)  | -0.1113***<br>(0.0000) | 0.1214<br>(0.1583)     | 0.0895<br>(0.2971)      | 0.0908<br>(0.3002)     | 0.1504<br>(0.1975)     |
| Coeficientes   | Ecuación de la varianza |                        |                        | Ecuación de la varianza |                        |                        |
|                | GARCH-M                 | TGARCH-M               | EGARCH-M               | GARCH-M                 | TGARCH-M               | EGARCH-M               |
| $\beta_0$      | 0.2195***<br>(0.0027)   | 0.2565***<br>(0.0011)  | -1.0500***<br>(0.0000) | 0.2273**<br>(0.0300)    | 0.2386***<br>(0.0200)  | -0.2247**<br>(0.0239)  |
| $\gamma_1$     | 1.3818***<br>(0.0000)   | 1.0830***<br>(0.0000)  | 0.9513***<br>(0.0000)  | 0.2056**<br>(0.0156)    | 0.2045**<br>(0.0274)   | -0.1679<br>(0.1736)    |
| $\beta_1$      | -0.0108<br>(0.6427)     | -0.0219**<br>(0.0221)  | 0.4408***<br>(0.0001)  | 0.7182***<br>(0.0000)   | 0.7183***<br>(0.0000)  | 0.8543***<br>(0.0000)  |
| $\omega_1$     | -0.0276<br>(0.3755)     | -0.0152<br>(0.6036)    | 0.3523***<br>(0.0008)  |                         |                        |                        |
| $\omega_6$     | 0.0256*<br>(0.0998)     | 0.0131<br>(0.2869)     | 0.1078<br>(0.3427)     |                         |                        |                        |
| $\omega_{12}$  | -0.0248**<br>(0.0481)   | -0.0258***<br>(0.0057) | -0.1871*<br>(0.0778)   |                         |                        |                        |
| $\varphi$      |                         | 0.07942*<br>(0.0963)   |                        |                         | 0.0112<br>(0.9392)     |                        |
| $\varphi_1$    |                         |                        | -0.3517***<br>(0.0000) |                         |                        | 0.3824***<br>(0.0077)  |
| $\delta_1$     |                         |                        |                        | -0.3136***<br>(0.000)   | -0.3191***<br>(0.0000) | -0.0297<br>(0.8192)    |
| Reforma        | -0.1368**<br>(0.0500)   | -0.1705**<br>(0.0230)  | -0.8101***<br>(0.0003) |                         |                        |                        |
| Elec           | 0.0157<br>(0.5759)      | 0.0039<br>(0.8815)     | 0.1092<br>(0.6184)     |                         |                        |                        |
| Poselec        | 0.0589**<br>(0.0441)    | 0.0424*<br>(0.1000)    | 0.1069<br>(0.5165)     |                         |                        |                        |
| Log likelihood | -233.1394               | -227.0226              | -228.7558              | -285.6540               | -285.1172              | -289.8485              |

Valor probabilístico entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Los resultados de la Tabla 6 reportan las estimaciones de las ecuaciones de la media condicional y de la varianza, tanto del producto como de la inflación, utilizando las tres especificaciones distintas de modelos de heterocedasticidad condicional, es decir, GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M, respectivamente.

En el caso de la inflación y la incertidumbre inflacionaria, nuestro objetivo es comprobar, para el caso de Guatemala, las hipótesis de Friedman (a), Cukierman y Holland. La hipótesis de Friedman (a), representada por la sumatoria de los coeficientes  $\omega_1, \omega_2, \omega_{12}$ , resulta estadísticamente significativa en dos de las tres especificaciones (GARCH-M y EGARCH-M), lo que indica que para el caso de Guatemala una inflación alta incrementa la incertidumbre (volatilidad).

Por su parte, la hipótesis de Cukierman, representada por el parámetro  $\theta_1$ , no puede comprobarse en ninguno de los tres modelos, ya que el signo no es positivo, es decir, que en Guatemala un incremento en la incertidumbre inflacionaria causaría una inflación más baja. Este resultado es consistente con lo esperado por la hipótesis de Holland, el cual asocia una inflación más baja con la reacción del Banco de Guatemala por anclar las expectativas de inflación a la baja, en caso la inflación se dispare. Holland (1995) argumenta que una inflación alta aumenta la incertidumbre y que, consecuentemente, una mayor incertidumbre afecta negativamente al crecimiento, entonces la autoridad monetaria debería de estabilizar la inflación cuando la incertidumbre aumenta, obteniendo como resultado una relación negativa entre la incertidumbre inflacionaria y la inflación. Los resultados son estadísticamente significativos en las especificaciones GARCH-M y T-GARCH-M.

De los resultados de la Tabla 6 también se desprenden otros hechos relevantes. Por un lado se confirma lo obtenido en otros estudios sobre la persistencia inflacionaria de Guatemala<sup>12</sup>. Esto puede corroborarse en la significancia estadística de los coeficientes  $\rho_1, \rho_6, \rho_{12}$  en las tres especificaciones del modelo.

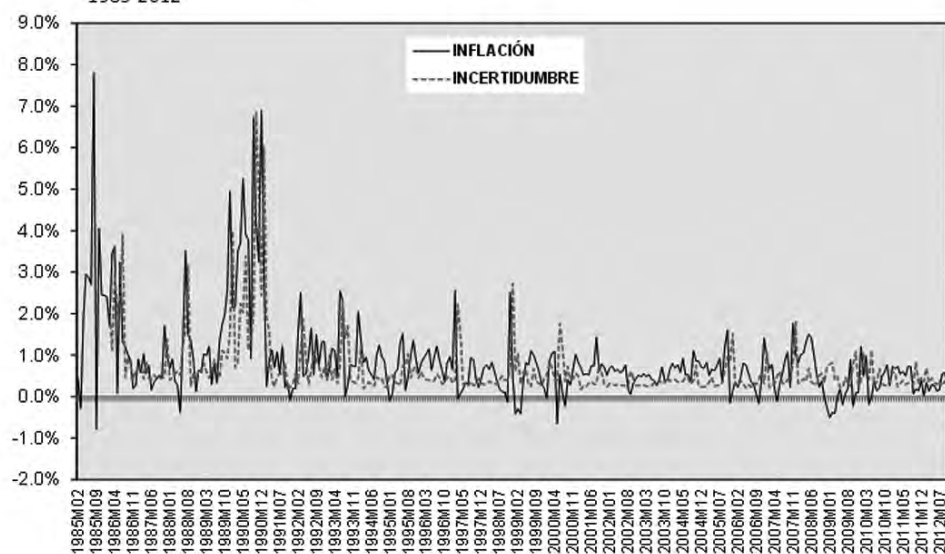
Adicionalmente, cabe destacar que las variables *dummies* incluidas resultan estadísticamente significativas y además con el signo esperado. Ciertamente, la variable *Reforma* comprueba la reducción en las tasas de inflación en Guatemala a partir de comienzos de la década de los noventa. Estas son buenas noticias para el Banco de Guatemala, en particular por los esfuerzos adoptados más recientemente con el EMEI desde 2005. Es importante apuntar que la creencia general es que el EMEI da como resultado una variabilidad menor en la inflación y en el producto. No obstante, este resultado contrasta con lo obtenido en estudios para países industrializados, en los cuales una baja inflación y un crecimiento económico estable ha sido característico en estos países desde finales de los años ochenta, independientemente de que si estas economías han adoptado esquemas que favorecen un objetivo explícito de inflación (Johnson, 2002).

Finalmente, en línea con lo obtenido por otros autores (Solórzano e Ibáñez, 2012), la variable *Poselec* resulta estadísticamente significativa en niveles de confianza de 5% y 10% y con el signo esperado (positivo) en dos de las tres especificaciones (GARCH-M y TGARCH-M), lo que apoyaría la hipótesis de la literatura del ciclo político-económico de que existe un rezago de los efectos inflacionarios como consecuencia del aumento del gasto por parte de las autoridades de turno en los períodos previos a los comicios electorales.

<sup>12</sup> Ver Recuadro 5 en el Informe de Política a Marzo (Banguat, 2012).

**Gráfico 5**

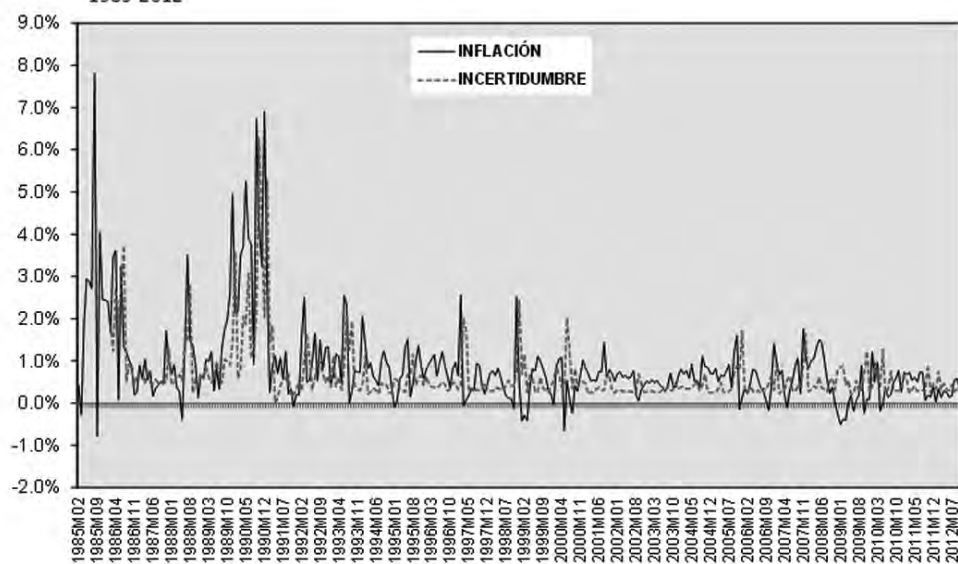
TASA DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)  
(variación intermensual)  
1985-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

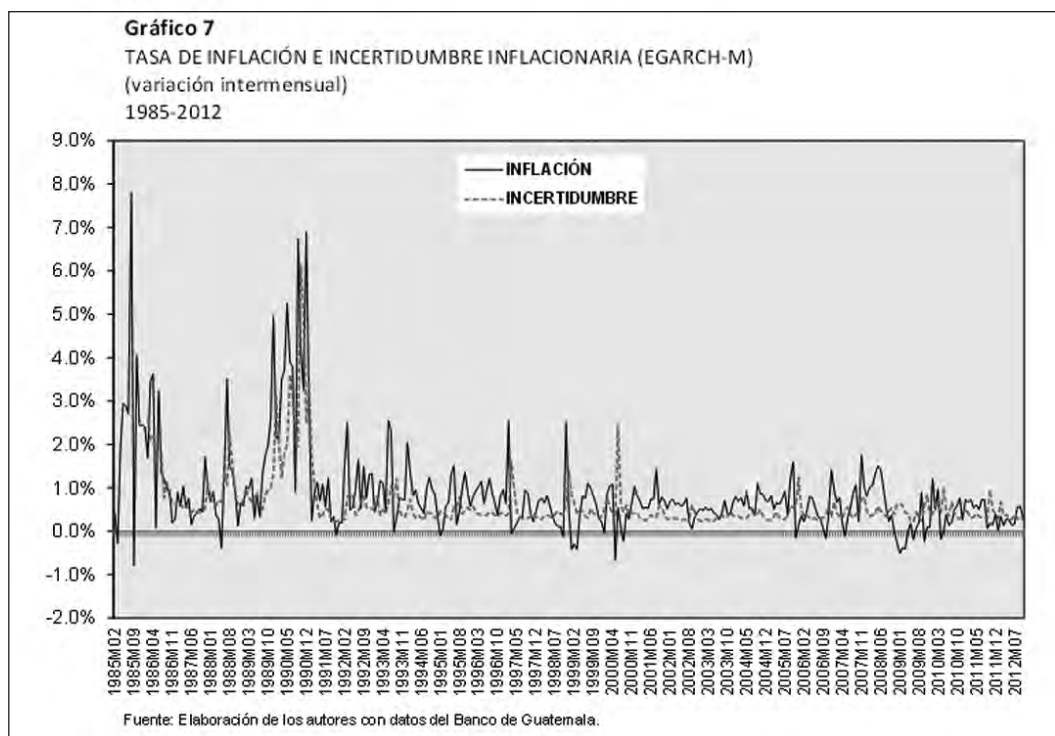
**Gráfico 6**

TASA DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (TGARCH-M)  
(variación intermensual)  
1985-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.



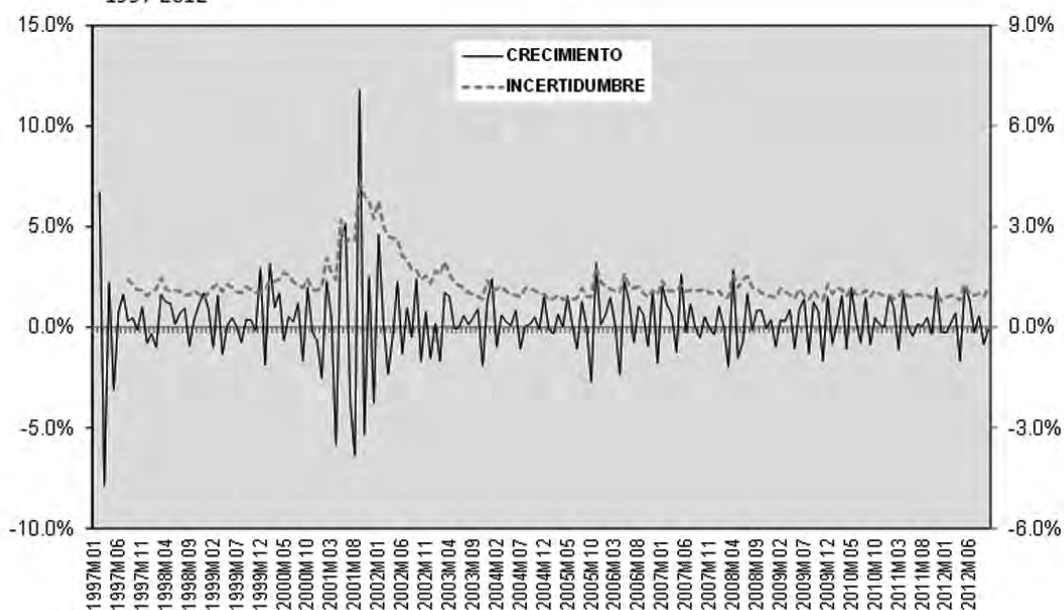


Por su parte, la hipótesis asociada al producto y su volatilidad que nos interesa comprobar con estos modelos univariados es la de Black (a). Dicha hipótesis está representada por el parámetro  $\theta_1$ , el cual resulta ser estadísticamente no significativo en las tres especificaciones, aunque con el signo esperado, lo que indica que para el caso de Guatemala la incertidumbre del producto no está asociada a cambios en el crecimiento del mismo. Claramente, esto no es un buen indicador para Guatemala. Recordemos que, de acuerdo a Black (1987), las inversiones más arriesgadas (por ejemplo, en tecnología

de punta) resultarían en un crecimiento económico más elevado. Para el caso guatemalteco, esto podría explicarse de forma macroeconómicamente consistente por los bajos niveles de inversión observados en los últimos treinta años y a una función de producción del país, intensiva en mano de obra (ver anexo). Adicionalmente, aunque no existe en la literatura un nombre específico para la relación que se modela en la ecuación de la varianza del producto de los modelos GARCH-M, los resultados para el país señalan que aumentos en el producto estarían asociados con una disminución en la volatilidad del crecimiento.

**Gráfico 8**

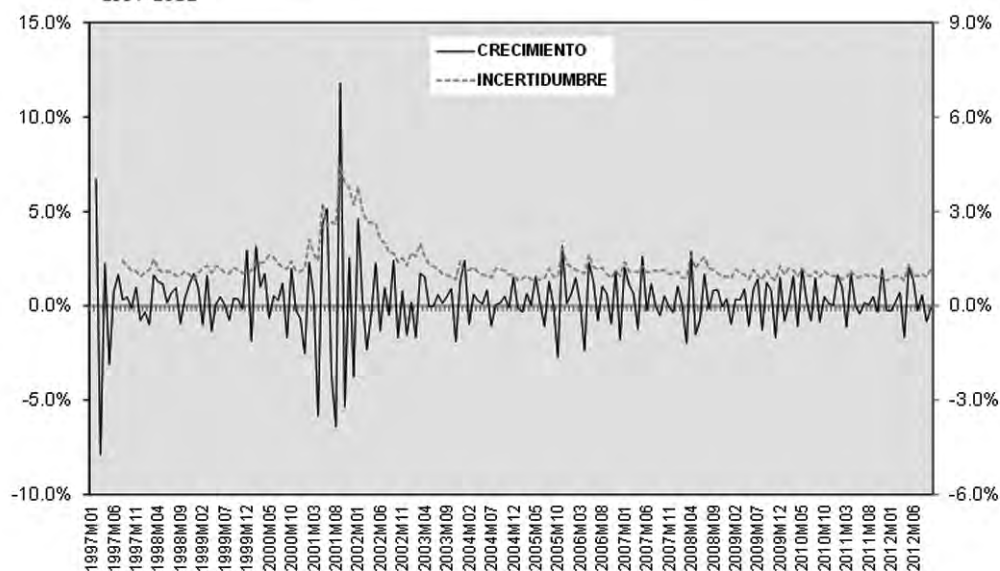
CRECIMIENTO E INCERTIDUMBRE DEL CRECIMIENTO (GARCH-M)  
(variación intermensual)  
1997-2012



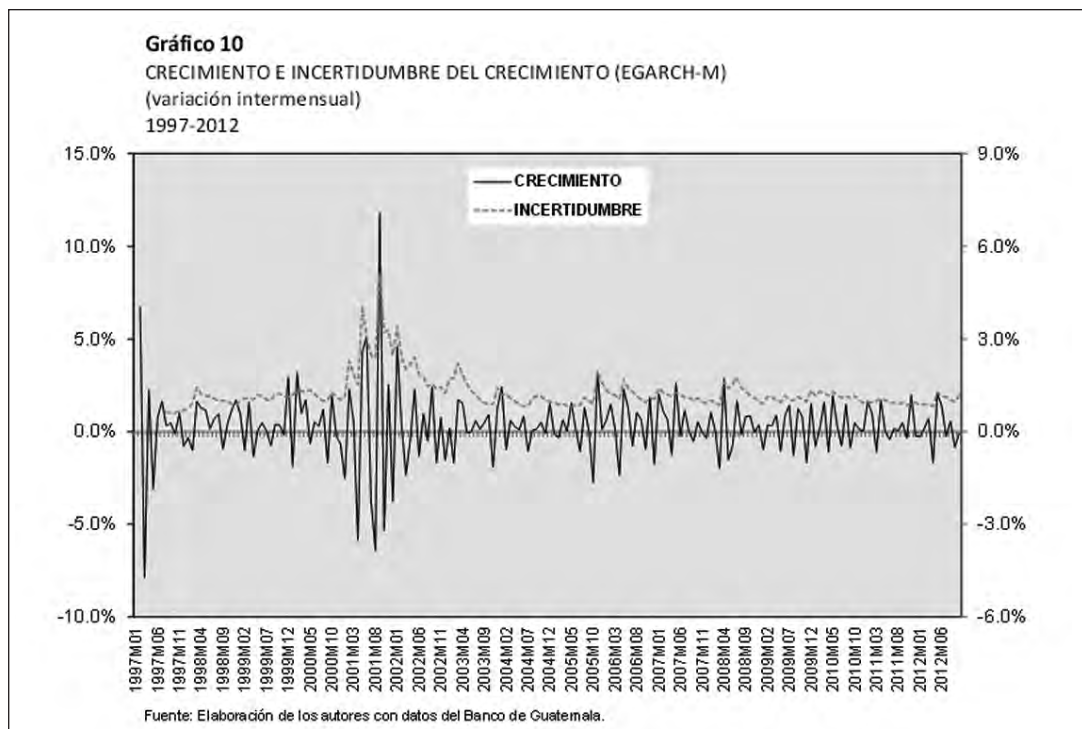
Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

**Gráfico 9**

CRECIMIENTO E INCERTIDUMBRE DEL CRECIMIENTO (TGARCH-M)  
(variación intermensual)  
1997-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.



Con el objetivo de complementar el análisis de las hipótesis univariadas presentadas en este capítulo, a continuación se analiza la reacción de la volatilidad de la inflación y del producto a choques no anticipados positivos y negativos de la misma magnitud, para luego examinar las relaciones bivariadas en el capítulo seis.

### 5. Asimetrías, la curva de impacto de las noticias y choques no anticipados

Con el objetivo de complementar el análisis del capítulo anterior, a continuación se analiza la curva de impacto de las noticias (NIC, por sus siglas en inglés) para la inflación y crecimiento mensual de la actividad económica de Guatemala, utilizando las tres especificaciones alternativas: una simétrica (GARCH-M) y dos asimétricas (TGARCH-M y EGARCH-M). Recordemos que la NIC muestra las características asimétricas presentes en la mayoría de series de tiempo utilizadas en el análisis económico y financiero.

La idea de utilizar diferentes especificaciones de los modelos de la familia GARCH para la volatilidad de la inflación y del producto en Guatemala, es comprobar

la hipótesis de que choques no anticipados positivos tienen más impacto sobre la volatilidad que los choques negativos, lo que complementaría los resultados obtenidos anteriormente. Definidos entonces los modelos para la inflación y del producto en Guatemala, procedemos al análisis de la curva de impacto de noticias.

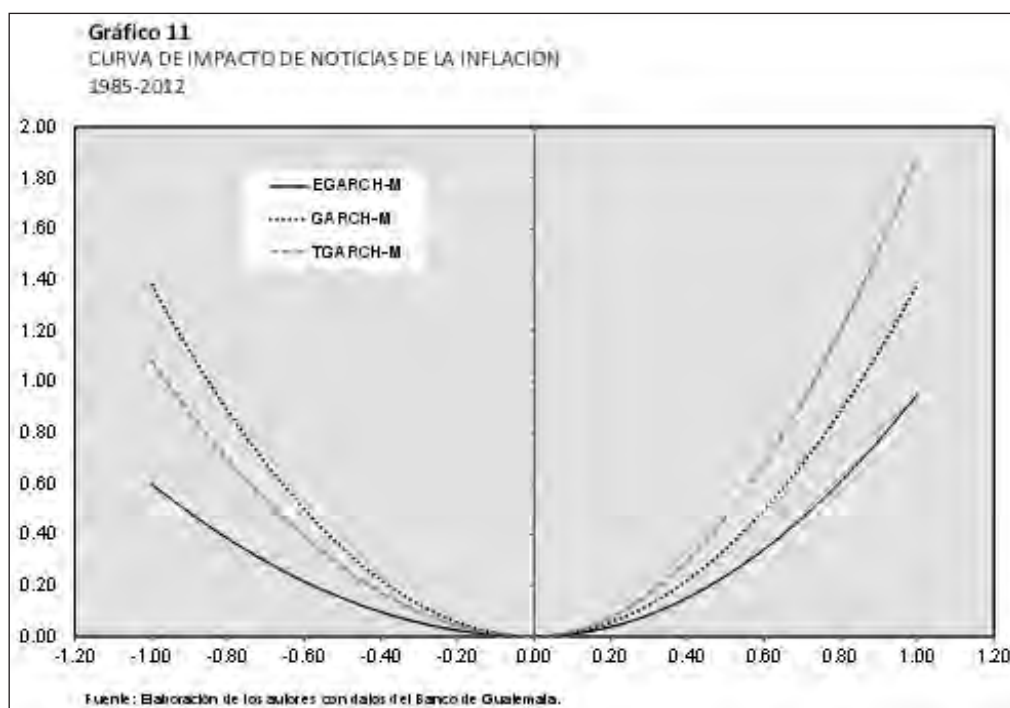
Engle y Ng (1993) y Pagan y Schwert (1990) propusieron el análisis de modelos de volatilidad basados en una NIC. Esta curva muestra la respuesta de la volatilidad de la inflación a choques no anticipados positivos y negativos<sup>13</sup>.

Al respecto, es importante señalar que el modelo GARCH-M tiene una forma simétrica, independientemente del signo del choque no anticipado. Sin embargo, modelos asimétricos (lineales o no lineales) proporcionan una forma sesgada de la curva que dependerá de la variable analizada. Por ejemplo, típicamente en las series de tiempo de datos financieros, las funciones de volatilidad NIC están sesgadas hacia el lado negativo del gráfico, es decir, los choques negativos inducen más volatilidad que

<sup>13</sup> Hentschel (1995) y Jonhson (2001) presentan aplicaciones de esta metodología a los mercados financieros.

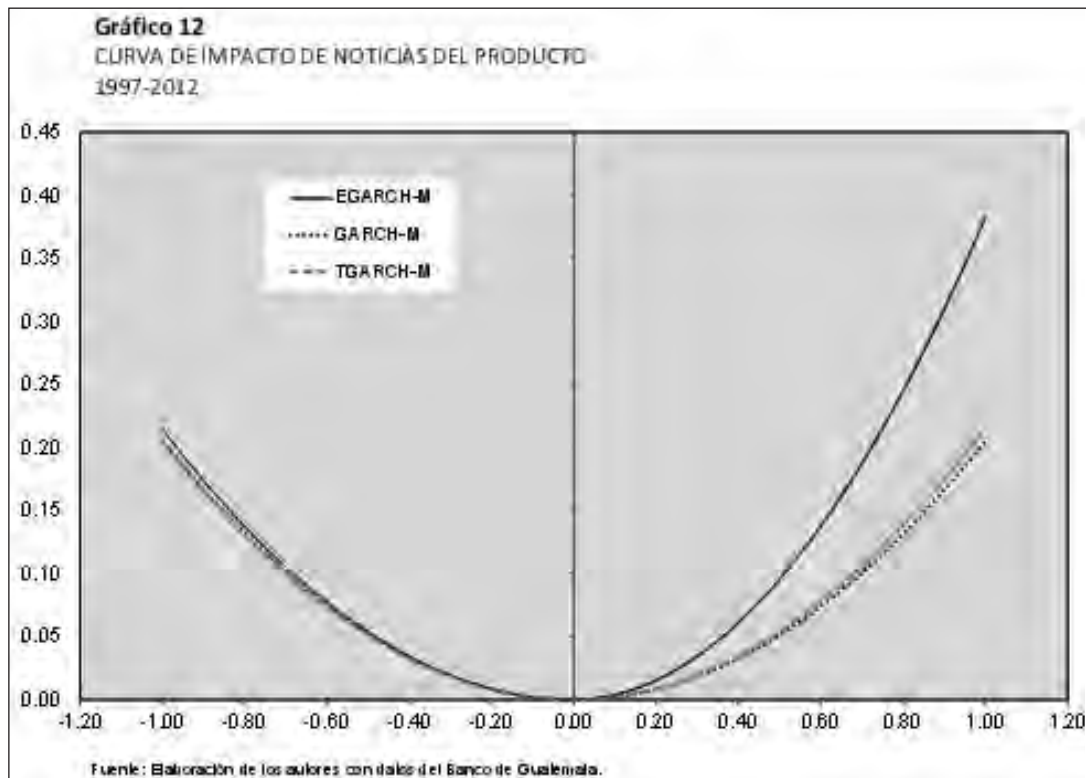
los choques positivos de la misma magnitud. Por ejemplo, podría decirse que el mercado se altera cuando el precio de los activos baja inesperadamente. En el caso de la inflación, el análisis es el inverso. Un choque inesperado positivo dispara la volatilidad más de lo que lo hace un choque negativo con la misma magnitud. Esto puede observarse

más claramente en el caso de Guatemala en el modelo TGARCH-M y el EGARCH-M en donde, ciertamente, la NIC resulta estar sesgada hacia el lado derecho del Gráfico 11, lo que refleja un impacto positivo sobre la volatilidad como resultado de un choque, por ejemplo un incremento en el precio internacional del petróleo.



La comparación entre estos tres modelos para el caso de Guatemala resulta también importante para la evaluación detallada de las hipótesis de Friedman (a). Como se ha mencionado, estos parámetros son estadísticamente significativos para representaciones asimétricas y no lineales, lo que aumenta el poder explicativo de dicha hipótesis. La persistencia inflacionaria en los modelos utilizados proporciona evidencia que apoya los esfuerzos del Banco de Guatemala, particularmente la adopción del EMEI, por reducir la incertidumbre inflacionaria del país, ya que esto eventualmente redundará en inflaciones más bajas en el mediano plazo. La evidencia empírica

señala que es necesario reducir la inflación para reducir la volatilidad y que estos niveles más bajos de volatilidad harán que la inflación disminuya aún más en un proceso de convergencia iterativa en el largo plazo. Asimismo, en lo que respecta al producto, un choque inesperado positivo dispara la volatilidad más de lo que lo hace un choque negativo con la misma magnitud. Esto puede observarse más claramente en el caso de Guatemala en el modelo EGARCH-M en donde, ciertamente, la NIC resulta estar sesgada hacia el lado derecho del Gráfico 12.



## 6. Test de causalidad de Granger y VAR irrestricto

En los capítulos anteriores hemos evaluado empíricamente las hipótesis univariadas de Friedman (a), Cukierman, Holland y Black (a) para el caso de Guatemala. Con el objetivo de complementar dicho análisis y para poder evaluar las hipótesis multivariadas de Deveraux, Friedman (b) y Black (b) a continuación utilizaremos la prueba bivariada de causalidad de Granger y un modelo de vectores autorregresivo irrestricto.

En línea con lo utilizado por Grier y Grier (1998), la Tabla 7 muestra los resultados del estadístico F de la prueba de Granger con 4, 8 y 12 rezagos, respectivamente.

A excepción de la hipótesis que aparece en la quinta columna (Friedman (b)), todas las hipótesis resultan ser estadísticamente significativas a los niveles de confianzas estándar. En el caso de la hipótesis de Deveraux, los resultados del estadístico F indicarían que la volatilidad del producto de Guatemala estaría causando a la inflación (en sentido, Granger). No obstante, en la quinta columna en donde aparece representada la hipótesis de Friedman (b), los resultados señalan que en Guatemala la inflación no causaría, en sentido Granger, al producto.



Tabla 7. Prueba bivariada de causalidad de Granger: Estadístico F

| Hipótesis  | $H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow \pi$ | $H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow \pi$ | $H_0: \pi \rightarrow \sigma_\pi^2$ | $H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow y$ | $H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow y$ |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 4 rezagos  | 2.12416** (-)                       | 1.28508* (+)                        | 1.63502* (+)                        | 1.30550                           | 3.83677*** (+)                    |
| 8 rezagos  | 1.29715                             | 0.95792                             | 1.58460* (+)                        | 1.40202                           | 3.39585*** (+)                    |
| 12 rezagos | 1.02562                             | 0.52494                             | 1.06255                             | 1.17284                           | 2.16424*** (+)                    |

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Nota:

$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow \pi$  la incertidumbre inflacionaria no causa en sentido Granger a la inflación.

$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow \pi$  la incertidumbre del producto no causa en sentido Granger a la inflación.

$H_0: \pi \rightarrow \sigma_\pi^2$  la inflación no causa en sentido Granger a la incertidumbre inflacionaria.

$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow y$  la incertidumbre inflacionaria no causa en sentido Granger al producto.

$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow y$  la incertidumbre del producto no causa en sentido Granger al producto.

El signo (+) o (-) señala si la relación es positiva o negativa, respectivamente.

Seguidamente, se procedió a estimar un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) irrestricto. La representación del modelo en forma reducida es la siguiente:

$$y_t = c + A(L)y_{t-1} + u_t \quad (6.1)$$

donde  $y_t$  es el vector de variables endógenas (inflación, incertidumbre inflacionaria, producto e incertidumbre del producto),  $c$  es un vector de constantes,  $u$  es un vector de residuales y  $A(L)$  es la matriz de polinomios en el operador de rezago  $L$ . Todas las variables se expresan en tasas de crecimiento intermensual. Se emplearon los criterios de información Akaike y Schwartz para evaluar el número de rezagos necesario que capturaba adecuadamente la dinámica del sistema.

El objetivo principal de este modelo es obtener evidencia acerca de la respuesta dinámica de las variables que nos interesan para evaluar la pertinencia de la hipótesis para Guatemala. Para ello, se introducen restricciones que permitan identificar dichos choques.

Siguiendo a McCarthy (2000), Hahn (2003) y Stulz (2007), se utilizan restricciones de corto plazo sobre los efectos contemporáneos de las innovaciones estructurales sobre las variables del modelo. Los residuales en forma

reducida del VAR  $u$  son ortogonalizados utilizando una descomposición de Cholesky para producir las innovaciones estructurales  $\varepsilon$ ; es decir:

$$C\varepsilon_t = u_t \quad (6.2)$$

donde  $C$  es la matriz triangular inferior de Cholesky, con valores de 1 en su diagonal principal. El mecanismo utilizado para identificar los choques es recursivo. Para la primera variable en el VAR, el término de error ortogonalizado está dado por  $\varepsilon_{1t} = u_{1t}$ . Para la variable  $j > 1$ , el término de error correspondiente está dado por  $\varepsilon_{jt} = u_{jt} - c_{j,1} \varepsilon_{1t} - \dots - c_{j,j-1} \varepsilon_{j-1,t}$ , donde  $c_{j,t}$  corresponde a los elementos de la matriz de Cholesky  $C$ . El producto se ordena antes que la inflación, lo cual permite que los choques en el primero se traspasen a los precios, en línea con el canal de transmisión de la demanda agregada de Guatemala<sup>14</sup>.

Las funciones de impulso-respuesta pueden ser sensibles al ordenamiento utilizado. Por ello se examina la sensibilidad de los resultados ante distintos ordenamientos, aunque no se presentan los resultados para preservar espacio. Dada la baja correlación contemporánea entre los residuales de las variables utilizadas, los resultados son robustos ante distintos ordenamientos.

<sup>14</sup> Ver Recuadro 9 en el Informe de Política a Septiembre (Banguat, 2012).

Gráfico 13

RESPUESTA DE LA INFLACIÓN ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA

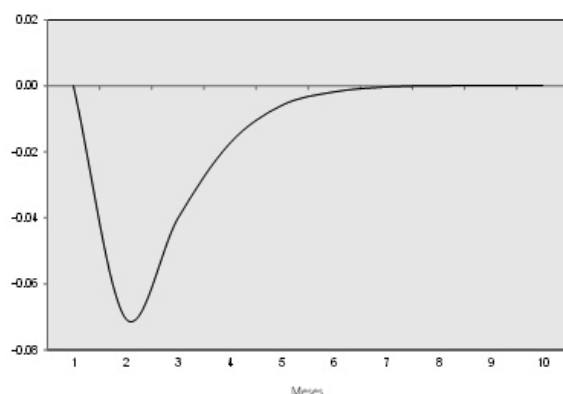


Gráfico 14

RESPUESTA DE LA INFLACIÓN ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA INCERTIDUMBRE DEL PRODUCTO

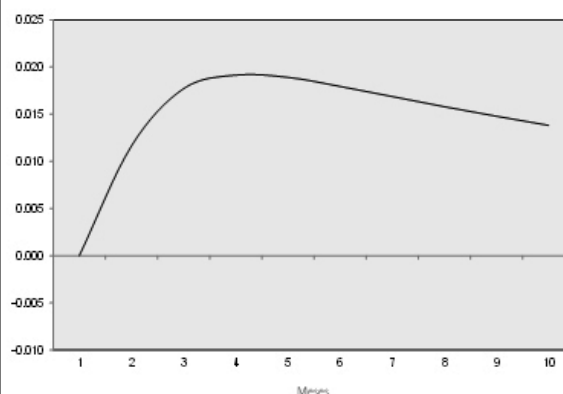


Gráfico 15

RESPUESTA DEL PRODUCTO ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA INCERTIDUMBRE DEL PRODUCTO

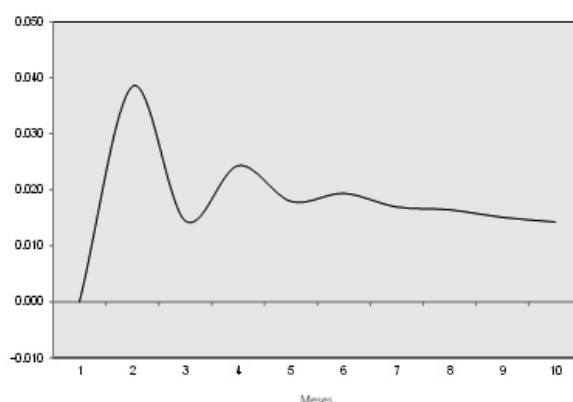


Gráfico 16

RESPUESTA DE LA INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA INFLACIÓN

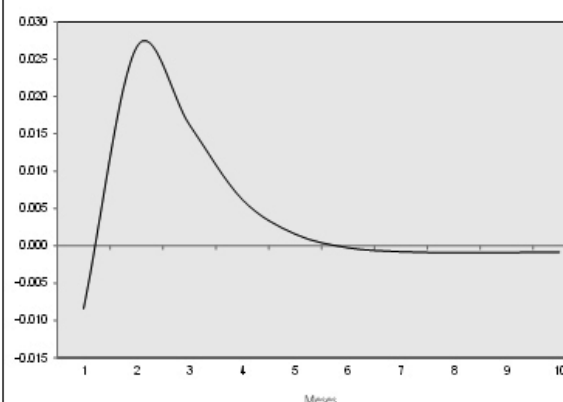


Gráfico 17

RESPUESTA DE LA INCERTIDUMBRE DEL PRODUCTO ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PRODUCTO

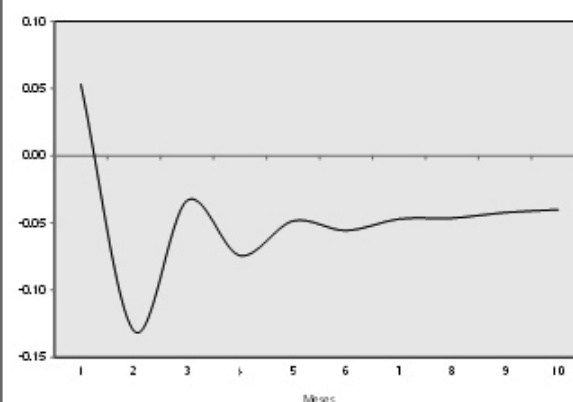
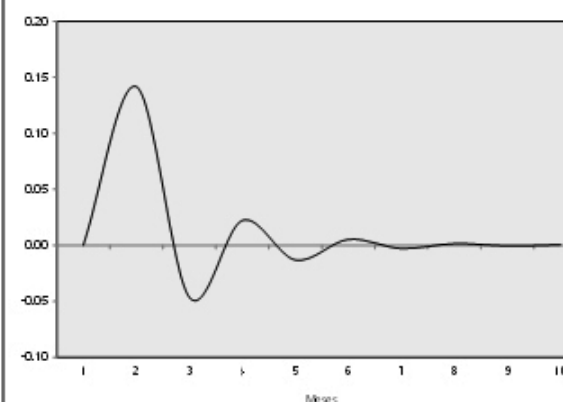


Gráfico 18

RESPUESTA DEL PRODUCTO ANTE UN CHOQUE DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA



Como puede observarse, el Gráfico 13 confirma la hipótesis de Holland y lo obtenido previamente por otros métodos, en donde un impulso de una desviación estándar de la incertidumbre inflacionaria estaría asociado con una caída de la inflación. Asimismo, el Gráfico 14 representa lo esperado por Deveraux, es decir, que un choque positivo de la incertidumbre del producto resultaría en un aumento de la inflación. Este resultado es consistente con lo obtenido por el test de Granger. Por su parte, la hipótesis de Black (a) se puede observar en el Gráfico 15 de la función impulso-respuesta en donde un aumento de la incertidumbre del producto estaría asociado con un aumento del producto. Este resultado está en línea con lo obtenido por la prueba bivariada de causalidad de Granger. No obstante, debido a que esta relación resultó ser estadísticamente no significativa en los tres modelos de heterocedasticidad condicional, aunque con el signo esperado, los resultados deben tomarse con cautela.

Por su parte, el Gráfico 16 muestra la respuesta de la incertidumbre inflacionaria ante un choque de una desviación estándar en la inflación, es decir, la hipótesis de Friedman (a) se cumple para Guatemala al evaluarla por los diferentes métodos expuestos en este trabajo. El Gráfico 17, por su parte, los resultados para Guatemala señalan que aumentos en el producto estarían asociados con disminuciones en la volatilidad del crecimiento en línea con los resultados de la ecuación de la varianza del producto de los modelos GARCH-M. Finalmente, el Gráfico 18 no esboza la relación esperada entre un aumento de la incertidumbre inflacionaria y la consecuente respuesta del producto (hipótesis de Friedman (b)). Este resultado confirmaría lo obtenido bajo el test de causalidad de Granger.

## 6. Observaciones finales

El objetivo general de este documento ha sido el de explorar la dinámica existente entre la inflación, la incertidumbre inflacionaria, el producto y la incertidumbre del producto para Guatemala durante el período 1985-2012. Al respecto, y en línea con otros estudios, se establecieron una serie de hipótesis que pretendían evaluar empíricamente la dirección y magnitud de las relaciones entre estas variables.

Para el efecto, se sometieron a prueba las hipótesis de Friedman (1977), Cukierman (1992) y Holland (1995)

sobre la volatilidad de la inflación; y las de Black (1987) y Deveraux (1989) sobre la volatilidad del crecimiento. Estas interrelaciones se abordaron desde tres perspectivas complementarias y no exploradas anteriormente para el caso de este país: (i) Se utilizaron modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M para la inflación y el crecimiento económico utilizando variables *dummies* para períodos en que se implementaron reformas estructurales que afectaron la política económica de Guatemala y para meses preeleccionarios y poseleccionarios durante el período evaluado; (ii) Se estimó la curva de impacto de las noticias para las especificaciones simétricas y asimétricas de la familia de modelos GARCH-M, con lo cual se pretendía medir el impacto de las innovaciones actuales en la volatilidad condicional futura de la inflación y del crecimiento; y (iii) Se evaluaron las relaciones de causalidad entre las variables y se estimó un modelo de vectores autorregresivos con el propósito de examinar las funciones impulso-respuesta.

Los resultados de los modelos de la presente investigación señalan que un aumento de la inflación estaría asociado con un aumento de la incertidumbre inflacionaria, lo que confirmaría una de las hipótesis de Friedman (a); no obstante, aumentos en la incertidumbre inflacionaria estarían asociados con disminuciones de la inflación, esto debido a la reacción del Banco de Guatemala para anclar las expectativas inflacionarias, lo que apoyaría la hipótesis de Holland. Adicionalmente, la incertidumbre del producto tendería a afectar positivamente a la inflación, en línea con lo establecido por Deveraux y no por Black (b). Por su parte, los resultados también presentan evidencia que apoyaría la otra hipótesis de Black (a) sobre la posible relación positiva entre la incertidumbre del producto y el crecimiento económico. Sin embargo, esta hipótesis únicamente resultó con el signo esperado en el caso del VAR y del test de Granger, por lo que se considera que la relación no está claramente definida para el período analizado. Finalmente, la otra hipótesis de Friedman (b) no resulta ser estadísticamente significativa y señalaría entonces que en Guatemala la incertidumbre inflacionaria no causaría, en sentido Granger, al producto.

En lo que respecta al cálculo de las curvas de impacto de noticias (NIC), se emplearon modelos simétricos y otros no asimétricos de la familia de los modelos GARCH-M para el caso de la volatilidad de la inflación y del producto. Los resultados demuestran que las innovaciones positivas

en ambos casos incrementan la volatilidad de la inflación y del producto más de lo que uno esperaría de choques de la misma magnitud pero negativos.

En general, se considera que los resultados de los modelos de la presente investigación podrían ser de suma utilidad para el Banco de Guatemala ya que también indican que la incertidumbre inflacionaria y el nivel de inflación han disminuido considerablemente desde la adopción del conjunto de reformas estructurales a partir de principios de los años noventa (incluyendo la reciente adopción del régimen de metas explícitas de inflación) y que, en promedio, la volatilidad de la inflación no se ha incrementado previo a los comicios electorales, aunque sí levemente después de los mismos. Por lo tanto, el objetivo de la política monetaria en Guatemala debería ser el de reducir la incertidumbre inflacionaria y no sólo la inflación.

Ciertamente, la constante preocupación por parte del Banco de Guatemala por mantener la estabilidad en el nivel general de precios, particularmente desde la adopción del EMEI, vislumbra un escenario optimista para la reducción de la incertidumbre inflacionaria y la consecución de su objetivo primordial de una inflación baja y estable.

## Referencias

- Abel, A. (1983). "Optimal investment under uncertainty", *American Economic Review*, 73: 228-33.
- Ball, L. (1992). "Why does high inflation raise inflation uncertainty?", *Journal of Monetary Economics*, 29: 371-88.
- Banco de Guatemala. (2011). *Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia de Noviembre*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). *Evaluación y Revisión de la Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia a Noviembre*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Anexo 1: Efecto traspaso del tipo de cambio nominal a los precios internos", en *Informe de Política a Junio*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Recuadro 5: Inercia inflacionaria en Guatemala", en *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Recuadro 9: Incidencia de la política monetaria en el comportamiento de los precios y de la actividad económica", en *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Barro, R. (1996). "Inflation and growth", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 8: 153-69.
- Barro, R. y D. Gordon. (1983). "Rules, discretion, and reputation in a model of monetary policy", *Journal of Monetary Economics*, 29 (3): 371-388.
- Bello, Oknan y Oscar Gámez. (2006). "Inflación e incertidumbre inflacionaria en Nicaragua: Una aplicación usando un modelo EGARCH". *Documentos de Trabajo*. Banco Central de Nicaragua.
- Bernanke, B. (1983). "Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment", *Quarterly Journal of Economics*, 98: 85-106.
- Bernanke, B. (2004). "The great moderation", conferencia preparada en el marco de las reuniones de la *Eastern Economic Association*, Washington, DC.
- Bhatia, R. (1961). "Inflation, deflation and economic development", *IMF Staff Papers*, 8: 101-14.
- Black, F. (1987). *Business Cycles and Equilibrium*. Basil Blackwell, New York.
- Bollerslev, T. (1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31: 307-327.
- Bruno, M. y W. Easterly. (1998). "Inflation crises and long-run growth", *Journal of Monetary Economics*, 41: 3-26.
- Caballero, R. (1991). "On the sign of the investment-uncertainty relationship", *American Economic Review*, 81: 279-88.
- Clark, T. (1997). "Cross-country evidence on long-run growth and inflation", *Economic Inquiry*, 35: 70-81.

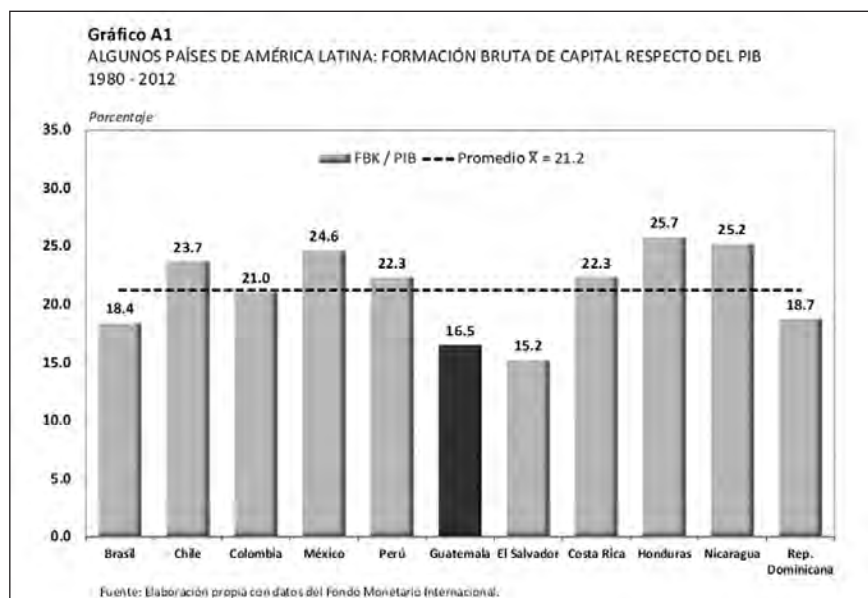
- Congreso de la República de Guatemala. (1993). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93 del 17 de Noviembre. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). *Ley Orgánica del Banco de Guatemala*. Decreto Número 16-2002. Guatemala.
- Craine, R. (1989). "Risky business: the allocation of capital", *Journal of Monetary Economics*, 23: 201-18.
- Cukierman, A. (1980). "The effects of uncertainty on investment under risk neutrality with endogenous information", *Journal of Political Economy*, 88 (3): 462-75.
- Cukierman, A. (1992). *Central Bank Strategy, Credibility, and Independence: Theory and Evidence*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Cukierman, A. y A. Meltzer. (1986). "A theory of ambiguity, credibility, and inflation under discretion and asymmetric information", *Econometrica*, 54: 1099-128.
- Devereux, M. (1989). "A positive theory of inflation and inflation variance", *Economic Inquiry*, 27: 105-16.
- Dixit, A. y R. Pindyck. (1993). *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dornbusch, R. y S. Fischer. (1993). "Moderate inflation", *World Bank Economic Review*, 7: 1-44.
- Dotsey, M. y P. D. Sarte. (2000). "Inflation uncertainty and growth in a cash-in-advance economy", *Journal of Monetary Economics*, 45: 631-55.
- Easterly, W. (2003). "National policies and economic growth: a reappraisal", *Working Paper* No. 27, Center for Global Development, New York University, New York, NY.
- Engle, R. F. (1982). "Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", *Econometrica*, 50: 987-1007.
- Engle, R. y V. Ng. (1993). "Measuring and testing the impact of news on volatility", *Journal of Finance*, 43: 1749-1777.
- Evans, M. (1991). "Discovering the link between inflation rates and inflation uncertainty", *Journal of Money, Credit and Banking*, 23 (2): 169-184.
- Fischer, S. (1993). "The role of macroeconomic factors in economic growth", *Journal of Monetary Economics*, 32: 485-512.
- Fischer, S., R. Sahay y C. A. Vegh. (2002). "Modern hyper- and high inflations", *Journal of Economic Literature*, 40: 837-80.
- Fountas, S., M. Karanasos y J. Kim. (2006). "Inflation uncertainty, output growth uncertainty and macroeconomic performance", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68: 319-43.
- Friedman, M. (1973). *Money and Economic Development*, Lexington Books, Toronto.
- Friedman, M. (1977). "Nobel Lecture: Inflation and unemployment", *Journal of Political Economy*, 85: 451-72.
- García-Silva, Pablo. (2012). "Incertidumbre y Política Monetaria en Esquemas de Metas de Inflación". Documento preparado para las XXI Ciclo de Jornadas Económicas del Banco de Guatemala.
- Golob, J. (1994). "Does inflation uncertainty increases with the inflation?", Federal Reserve Bank of Kansas City. *Economic Review*, 3: 27-38.
- Grier, K. y M. Perry. (1998). "On inflation and inflation uncertainty in the G-7 countries", *Journal of International, Money and Finance*, 17: 671-689.
- Grier, K. B. y M. Perry. (2000). "The effects of real and nominal uncertainty on inflation and output growth: some GARCH-M evidence", *Journal of Applied Econometrics*, 15: 45-58.
- Grier, K. y G. Tullock. (1989). "An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951-80", *Journal of Monetary Economics*, 24: 259-76.



- Grier, K., O. Henry, N. Olekalns y Shields, K. (2004). "The asymmetric effects of uncertainty on inflation and output growth", *Journal of Applied Econometrics*, 19: 551-65.
- Grier, R. y K. Grier. (2006). "On the real effects of inflation and inflation uncertainty in Mexico", *Journal of Development Economics*, 80: 478-500.
- Hahn, E. (2003). "Pass-through of external shocks to Euro Area inflation". *European Central Bank Working Paper* 243.
- Hartman, R. (1972). "The effects of price and cost uncertainty on investment", *Journal of Economic Theory*, 5: 258-66.
- Hentschel, L. (1995). "All in the family. Nesting symmetric and asymmetric GARCH Models", *Journal of Financial Economics*, 39 (1): 71-104.
- Holland, S. (1995). "Inflation and uncertainty: tests for temporal ordering", *Journal of Money, Credit and Banking*, 27: 827-37.
- Johnson, C. (2001). "Value at Risk: Teoría y Aplicaciones", *Estudios de Economía*, 28 (2): 217-247.
- Johnson, Christian. (2002). "Inflation uncertainty in Chile: Asymmetries and the news impact curve", *Revista de Análisis Económico*, 17: 3-20.
- Johnson, D. R. (2002). "The effect of inflation targeting on the behaviour of expected inflation: evidence from an 11 country panel", *Journal of Monetary Economics*, 49: 1521-38.
- Kaldor, N. (1956). "Alternative theories of distribution", *Review of Economic Studies*, 23: 83-100.
- Khan, M. S. (1977). "The variability of expectations in hyperinflations", *Journal of Political Economy*, 85: 817-827.
- Khan, M. S. y S. S. Abdelhak. (2000). "Threshold effects in the relationship between inflation and growth", *IMF Working Paper 00/110*, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Khan, M. y A. Senhadji. (2001). "Threshold effects in the relationship between inflation and growth", *IMF Staff Paper*, 48: 1-21.
- Klein, B. (1977). "The demand for quality-adjusted cash balances: Price uncertainty in the U. S. demand for money function", *Journal of Political Economy*, 85: 697-715.
- Levine, R. y D. Renelt. (1992). "A sensitivity analysis of cross-country growth regressions", *American Economic Review*, 82: 942-63.
- Levine, R. y S. Zervos. (1993). "What have we learned about policy and growth from cross-country regressions?", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 83: 426-30.
- Magendzo, I. (1998). "Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Chile", *Economía Chilena*, 1 (1): 29-42.
- Mallik, Girijasankar y Anis Chowdhury. (2011). "Effect of inflation uncertainty, output uncertainty and oil Price on inflation and growth in Australia", *Journal of Economic Studies*, 38 (4): 414-429.
- McCarthy, J. (2000). "Pass-through of exchange rates and import prices to domestic inflation in some industrialized economies", *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports* 111.
- McDonald, R. y D. Siegel. (1986). "The value of waiting to invest", *Quarterly Journal of Economics*, 101: 707-28.
- Okun, A. (1971). "The mirage of steady inflation", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 485-98.
- Paul, S., C. Kearney y K. Chowdhury. (1997). "Inflation and economic growth: a multi-country empirical analysis", *Applied Economics*, 29: 1287-301.
- Pagan, A. y G. W. Schwert. (1990). "Alternative models for conditional stock volatility", *Journal of Econometrics*, 45 (1-2): 267-290.

- Payne, J. E. (2008). "Inflation and inflation uncertainty: evidence from the Caribbean region", *Journal of Economics Studies*, 35 (6): 501-11.
- Pindyck, R. y A. Solimano. (1993). "Economic instability and aggregate investment", in Blanchard, O. and Fischer, S. (Eds), *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Rahman, S. y A. Serletis. (2009). "The effects of inflation uncertainty: some international evidence", *Journal of Economics Studies*, 36 (5): 541-50.
- Sarel, M. (1996). "Nonlinear effects of inflation on economic growth", *IMF Staff Papers*, 43: 199-215.
- Sepehri, A. y A. Moshiri. (2004). "Inflation-growth profiles across countries: evidence from developing and developed countries", *International Review of Applied Economics*, 18: 191-207.
- Sidrauski, M. (1967). "Inflation and economic growth", *Journal of Political Economy*, 75: 796-810.
- Solórzano, Herberth y Juan Ibáñez. (2012). "El ciclo político-económico en Guatemala durante la época democrática 1986-2011: Implicaciones para la política monetaria, fiscal y cambiaria". *Working paper* 123. Banco de Guatemala.
- Stanners, W. (1993). "Is low inflation an important condition for high growth?", *Cambridge Journal of Economics*, 17: 79-107.
- Stockman, A. (1981). "Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy", *Journal of Monetary Economics*, 8: 387-93.
- Stulz, J. (2007). "Exchange rate pass-through in Switzerland: Evidence from vector autoregressions", Swiss National Bank, *Economic Studies*, 4.
- Tawadros, G. B. (2009). "Testing the impact of inflation targeting on inflation", *Journal of Economics Studies*, 36 (4): 326-42.
- Tobin, J. (1965). "Money and economic growth", *Econometrica*, 33: 671-84.
- Tun Wai, U. (1959). "The relation between inflation and economic development: a statistical inductive study", *IMF Staff Papers*, 7: 302-317.
- Wilson, B. K. (2006). "The link between inflation, inflation uncertainty and output growth: new time series evidence from Japan", *Journal of Macroeconomics*, 28: 609-20.

## Anexo



---

## Junta Monetaria

**Edgar Baltazar Barquín Durán**  
Presidente

**Julio Roberto Suárez Guerra**  
Vicepresidente

### Miembros titulares

**María Concepción Castro Mazariegos**  
Viceministra de Finanzas Públicas  
Encargada del Despacho

**Sergio de la Torre Gimeno**  
Ministro de Economía

**Elmer Alberto López Rodríguez**  
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

**Luis Fernando Pérez Martínez**  
Electo por el Congreso de la República

**Tulio René García Morales**  
Electo por las asociaciones  
empresariales de comercio, industria y agricultura

**Luis Rolando Lara Grojec**  
Electo por los presidentes de los consejos de administración  
o juntas directivas de los bancos privados nacionales

**Rodrigo Alfonso Ponce Chavarría**  
Electo por el Consejo Superior de la Universidad de San  
Carlos de Guatemala

### Miembros suplentes

**Luis Fernando Leal Toledo**  
Electo por las asociaciones empresariales de comercio,  
industria y agricultura

**Albaro Joel Girón Barahona**  
Electo por el Consejo Superior de la Universidad de San  
Carlos de Guatemala

**Mario Roberto Granai Fernández**  
Electo por los presidentes de los consejos de administración  
o juntas directivas de los bancos privados nacionales

**José Alejandro Arévalo Alburez**  
Electo por el Congreso de la República

---

**Nota:** Miembros titulares y suplentes que se encontraban ejerciendo funciones al 30 de noviembre de 2013.

---

## Asesores permanentes

**Sergio Francisco Recinos Rivera**  
Gerente General

**Rómulo Oswaldo Divas Muñoz**  
Gerente Financiero

**Johnny Rubelcy Gramajo Marroquín**  
Director  
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

**Ramón Benjamín Tobar Morales**  
Superintendente de Bancos

**Armando Felipe García Salas Alvarado**  
Secretario

**Oscar Roberto Monterroso Sazo**  
Gerente Económico

**Leonel Hipólito Moreno Mérida**  
Gerente Jurídico

**Jorge Vinicio Cáceres Dávila**  
Director  
Departamento de Ejecución de Política Monetaria,  
Cambiaria y Crediticia

**José María Flores Tintí**  
Intendente de Coordinación Técnica

---

**Nota:** Asesores que se encontraban ejerciendo funciones al 30 de noviembre de 2013.

## Autoridades

**Edgar Baltazar Barquín Durán**  
Presidente

**Julio Roberto Suárez Guerra**  
Vicepresidente

**Sergio Francisco Recinos Rivera**  
Gerente General

**Oscar Roberto Monterroso Sazo**  
Gerente Económico

**Rómulo Oswaldo Divas Muñoz**  
Gerente Financiero

**Antonieta Gutiérrez Escobar**  
Gerente Administrativo

**Leonel Hipólito Moreno Mérida**  
Gerente Jurídico

## Funcionarios superiores

**Johny Rubelcy Gramajo Marroquín**  
Director  
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

**Eddy Roberto Carpio Sam**  
Subdirector  
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

**David René Samayoa Gordillo**  
Subdirector  
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

**Carlos Oswaldo Mirón Contreras**  
Subdirector  
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

**Juan Carlos Castañeda Fuentes**  
Director  
Departamento de Investigaciones Económicas

**Carlos Eduardo Castillo Maldonado**  
Subdirector  
Departamento de Investigaciones Económicas

**Otto René López Fernández**  
Director  
Departamento de Estadísticas Macroeconómicas

**Víctor Estuardo Flores Súchite**  
Subdirector  
Departamento de Estadísticas Macroeconómicas

**Pablo Antonio Marroquín Fernández**  
Director  
Departamento de Análisis de Estabilización Financiera

**Waleska Marilú García Corzo**  
Subdirector  
Departamento de Análisis de Estabilización Financiera

**Jorge Vinicio Cáceres Dávila**  
Director  
Departamento de Ejecución de Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia

**William Ariel Cano Hernández**  
Subdirector  
Departamento de Ejecución de Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia

**Edgar Rolando Lemus Ramírez**  
Director  
Departamento Internacional

**Víctor Manuel Vásquez García**  
Subdirector  
Departamento Internacional

**Byron Leopoldo Sagastume Hernández**  
Director  
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

**Marco Antonio de Jesús Folgar Chapetón**  
Subdirector  
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

**José Manel Colindres Pérez**  
Subdirector  
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

**Erick Prado Carvajal**  
Director  
Departamento de Emisión Monetaria

**Jorge Arturo Rivera Méndez**  
Subdirector  
Departamento de Emisión Monetaria

**José René Lorente Méndez**  
Asesor II  
Planificación y Desarrollo Organizacional

**Ariel Rodas Calderón**  
Director  
Departamento de Tecnologías de Información

**Byron Saúl Girón Mayén**  
Subdirector  
Departamento de Tecnologías de Información

**Mario Roberto León Ardón**  
Director  
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

**Ericka Contreras Herrera de Franco**  
Subdirector  
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

**Walter Emilio Barrios Guevara**  
Subdirector  
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

**Jorge Aníbal Del Cid Aguilar**  
Director  
Departamento de Análisis de Riesgo de Reservas Monetarias Internacionales

**Ivar Ernesto Romero Chinchilla**  
Director  
Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales

**Salvador Orlando Carrillo Grajeda**  
Director  
Departamento de Recursos Humanos

**Juan Carlos Estrada Calvillo**  
Subdirector  
Departamento de Recursos Humanos

**Gerardo Noel Orozco Godínez**  
Asesor III  
Asesoría Jurídica

**César Augusto Martínez Alarcón**  
Asesor III  
Asesoría Jurídica

**Fernando Villagrán Guerra**  
Asesor II  
Asesoría Jurídica

**Erwin Roberto Camposeco Córdova**  
Auditor Interno

**Juan Manuel Meléndez Godínez**  
Subauditor Interno

**Maynor Augusto Ambrosio Higueros**  
Oficialía de Cumplimiento

**Armando Felipe García Salas Alvarado**  
Secretario  
Junta Monetaria

**Romeo Augusto Archila Navarro**  
Subsecretario  
Junta Monetaria

**Nota:** Autoridades y funcionarios superiores que se encontraban ejerciendo funciones al 30 de noviembre de 2013.



## Red nacional de Bibliotecas del Banco de Guatemala

### Guatemala

#### Ciudad Guatemala

- 1) Biblioteca Central  
7ª. avenida, 22-01, zona 1
- 2) Parque Colón  
8ª. calle, entre 11 y 12 avenidas, zona 1
- 3) Instituto “Dr. Carlos Federico Mora”  
Calzada San Juan, 32-50, zona 7  
colonia Centroamérica
- 4) Parque Navidad  
32 avenida y 23 calle, zona 5  
(diagonal 34)

#### Amatitlán

- 5) 5ª. calle y 4ª. avenida, esquina  
barrio La Cruz

#### Villa Canales

- 6) 8ª. calle, 2-64, zona 1

#### San José Pinula

- 7) Escuela Rural Mixta, aldea San Luis  
Puerta Negra

#### Santa Catarina Pinula

- 8) Edificio municipal  
1ª. calle, 5-50, zona 1

### Alta Verapaz

#### Cobán

- 9) Calzada Rabín Ajau, zona 11  
salida a Chisec  
Instituto de la Juventud y el Deporte

#### Cobán

- 10) 1ª. calle, 5-24, zona 2

### Baja Verapaz

#### Rabinal

- 11) 4ª. avenida, 2-37, zona 3

#### Salamá

- 12) 5ª. avenida, 6-21, zona 1

### Chimaltenango

#### San Martín Jilotepeque

- 13) Plaza Central, frente a municipalidad

#### Patzún

- 14) 3ª. calle, 5-48, zona 1

#### Chimaltenango

- 15) 2ª. avenida, 2-20, zona 3, nivel 2

#### Zaragoza

- 16) 7ª. avenida Norte, No. 3  
frente al parque Central

### Chiquimula

#### Quezaltepeque

- 17) 3ª. calle y 2ª. avenida, zona 2

#### Ipala

- 18) 3ª. avenida, 1-61, zona 4  
2º. nivel, Supervisión Educativa

#### Olopa

- 19) A un costado del parque Central

#### Chiquimula

- 20) 6ª. avenida, 3-00, zona 1, nivel 2  
edificio municipal

### El Progreso

#### Guastatoya

- 21) Avenida Principal

#### Morazán

- 22) Barrio Concepción

#### El Jícaro

- 23) Calle Principal, barrio El Centro  
edificio municipal, nivel 2

### Escuintla

#### Tiquisate

- 24) 4ª. calle, zona 1  
Edificio municipal

#### Escuintla

- 25) 3ª. avenida, 3-63, zona 1

#### Puerto San José

- 26) Edificio Banco de Guatemala  
avenida de “El Comercio”

#### Santa Lucía Cotzumalguapa

- 27) 5ª. calle, 3-39, zona 1

### Huehuetenango

#### San Antonio Huista

- 28) Cantón Central

#### Huehuetenango

- 29) 4ª. calle, 5-07, zona 1

### Izabal

#### Puerto Barrios

- 30) 7ª. calle y 8ª. avenida, esquina, zona 1  
parque “José María Reyna Barrios”

#### Los Amates

- 31) Edificio municipal, Los Amates

### Jalapa

#### Jalapa

- 32) Calle “Tránsito Rojas”  
5-46, zona 6, nivel 2

#### San Luis Jilotepeque

- 33) Edificio municipal  
barrio El Centro

## Jutiapa

### Asunción Mita

34) Edificio Fundabiem  
a un costado del parque Central

### El Progreso

35) Calle Principal y avenida Achuapa  
Casa de la Cultura

## Petén

### Melchor de Mencos

36) Barrio El Centro

### San Francisco

37) A la par del Puesto de Salud

### San Luis

38) Barrio El Centro,  
frente a Posada San Antonio

### San Benito

39) 5ª. avenida, entre 8ª. y 9ª. calles, zona 1

## Quetzaltenango

### El Palmar

40) Edificio de la Cruz Roja

### Coatepeque

41) Barrio San Francisco (a un costado de la línea férrea)

### Quetzaltenango

42) 12 avenida, 5-12, zona 1

## Quiché

### Pachalum

43) Calle Las Flores

### Santa Cruz del Quiché

44) 3ª. calle, 4-00, zona 5

### Canillá

45) Frente al edificio municipal

### Santa María Nebaj

46) 3ª. avenida y 7ª. calle, zona 1  
Cantón Tutz'al, frente a Bomberos Voluntarios

## Retalhuleu

### Champerico

47) Avenida del Ferrocarril  
a un costado del parque Central, nivel 2

### Retalhuleu

48) 6ª. avenida, 6-18,  
zona 1, nivel 2

## Sacatepéquez

### Antigua Guatemala

49) Portal Las Panaderas  
5ª. avenida Norte, No. 2, nivel 2

### Sumpango

50) 0 avenida, 1-18, zona 3  
frente a municipalidad

## San Marcos

### San Marcos

51) 9ª. calle, 7-54, zona 1

### Malacatán

52) Instituto Experimental de  
Educación Básica con Orientación  
Industrial y Magisterio  
3ª. avenida, entre 1ª. y 2ª. calles,  
zona 1, colonia El Maestro

### San Pablo

53) Edificio municipal, frente al parque Central

### Tecún Umán

54) 1ª. avenida, entre 3ª. y 4ª. calles,  
zona 1, local del Banco de Guatemala

## Santa Rosa

### Chiquimulilla

55) 1ª. calle B y 2ª. avenida, zona 1  
edificio municipal

### Barberena

56) 4ª. calle y 4ª. avenida, zona 1

### Guazacapán

57) Barrio San Miguel Centro  
Edificio municipal

### Cuilapa

58) 2ª. avenida, 3-55, zona 1

## Sololá

### Sololá

59) 7ª. avenida, 8-72, zona 2, nivel 2  
Banco G&T

## Suchitepéquez

### Mazatenango

60) 7ª. calle, 3-18, zona 1

## Totonicapán

### Totonicapán

61) 7ª. avenida y 5ª. calle,  
zona 1, nivel 2

## Zacapa

### Zacapa

62) 4ª. calle, 14-32,  
zona 1, nivel 2

### Gualán

63) Barrio El Centro  
edificio municipal, nivel 2

### Estanzuela

64) 1ª. calle, 2-00, zona 1

### Río Hondo

65) 6ª. calle, 2-43, zona 1  
barrio El Centro  
frente a municipalidad









(15 de septiembre, 1907 - 6 de abril, 1975)

Fragmento de discurso de inauguración del  
Banco de Guatemala, por el  
Doctor Manuel Noriega Morales  
(pronunciado el 1 de julio de 1946)

“Desde el nacimiento mismo del Ministerio de Economía, que se debe a la certera visión de los miembros de la ex-Junta Revolucionaria de Gobierno, la idea de la reforma monetaria y bancaria del país cobró aliento. Los magnos problemas de la economía nacional, descuidados a través de tantos regímenes autocráticos, reclamaban solución al entrar nuestra patria a los cauces de una vida democrática, inspirada sinceramente en el deseo de mejorar las condiciones económicas y sociales de Guatemala. Gobernantes anteriores decían amar a su pueblo, pero lo mantenían en la miseria, no obstante tener recursos monetarios y recursos fiscales para procurar, por medio de instituciones crediticias o de fomento a la producción, elevar el nivel de vida de la población guatemalteca.”

# Banco de Guatemala





