



**BANCO DE GUATEMALA**

Documentos de Trabajo

**CENTRAL BANK OF GUATEMALA**

Working Papers

No. 129

**CREDIBILIDAD DE UN BANCO CENTRAL Y  
ACCESO AL MERCADO FINANCIERO EN UN  
MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL CON  
REMESAS ENDÓGENAS: UNA ESTIMACIÓN  
BAYESIANA PARA GUATEMALA\***

**Año 2013**

Autores:

Hilcías Estuardo Morán Samayoa

Fidel Pérez Macal

\*Trabajo ganador del 1er. lugar, reconocimiento otorgado por el Jurado Calificador del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central Dr. Manuel Noriega Morales, Edición XXIV.





## **BANCO DE GUATEMALA**

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

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

\*\*\*\*\*©\*\*\*\*\*

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

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

**Credibilidad de un Banco Central y Acceso al Mercado Financiero en  
un Modelo de Equilibrio General con Remesas Endógenas: una  
Estimación Bayesiana para Guatemala**

Febrero 2013



## Contenido

1	Introducción.....	4
2	Descripción del modelo .....	8
2.1	Hogares.....	8
2.2	Firmas .....	16
2.3	Regla de Política Monetaria.....	20
2.4	Condiciones de equilibrio agregado .....	21
3	Estimación del modelo .....	23
3.1	Metodología .....	24
3.2	Calibración .....	26
3.3	Datos.....	27
3.4	Distribuciones iniciales ( <i>priors</i> ).....	29
3.5	Distribuciones posteriores.....	29
3.6	Análisis de descomposición de varianza.....	31
4	Análisis de resultados .....	33
4.1	Alta versus baja credibilidad de la política monetaria .....	34
4.2	Diferentes grados de acceso al mercado financiero por los hogares .....	37
5	Conclusiones .....	39
6	Bibliografía .....	42
	Anexo A: sistema de ecuaciones log-linearizado.....	58
A. 1	Ecuaciones Endógenas Linearizadas .....	58
A.2	Variables exógenas.....	60
	Anexo B: lista de parámetros estimados .....	61

# Credibilidad de un Banco Central y Acceso al Mercado Financiero en un Modelo de Equilibrio General con Remesas Endógenas: una Estimación Bayesiana para Guatemala

## 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).

Clasificación JEL: E32; E52; E44; C11, 010.

Palabras Clave: Remesas; Política Monetaria; Restricciones de Liquidez; Guatemala.

# 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 agente 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

---

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

<sup>2</sup> De acuerdo a los resultados de la Encuesta 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.

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 política monetaria en ambientes donde existen

---

<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 altruísticos, 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.



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

---

<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.

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 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:

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

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:

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

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

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

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

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,

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

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

obtiene:

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

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

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

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:

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

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 altruístico 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:

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

donde los parámetros  $\theta_d$  y  $\theta_f$  representan la sensibilidad de las remesas al ingreso doméstico y el ingreso externo, respectivamente. Asimismo,  $v_{Rem,t} : N(0, \sigma_{Rem}^2)$  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 linearizada para las remesas:

$$\hat{c}r_t = \frac{WL^r}{Y} \frac{Y}{C} (\hat{w}r_t + \hat{l}_t) + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{C} \frac{1}{\lambda} (\hat{f}er_t + \hat{f}em_t) \quad (13)$$

donde,  $\hat{c}r$  es el consumo de familias restringidas,  $\hat{w}r$  el salario real,  $\hat{l}^r$  es la oferta de trabajo de los hogares que enfrenta restricciones de liquidez,  $\hat{f}er$  es el tipo de cambio real y  $\hat{f}em$  representa las remesas en US dolares reales. Todas las variables con el simbolo “^” representan desviaciones con

respecto a sus valores de estado estacionario y las relaciones  $\frac{WL}{Y} \equiv \frac{\varepsilon_H - 1}{\varepsilon_H} \frac{Y_H}{Y}$  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

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

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:

<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.

$$\text{Min} P_{H,t} C_{H,t}(j) + P_{F,t} C_{F,t}(j)$$

sujeto a:

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

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:

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

## 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,

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

donde  $Y_{H,t}(z_H)$  representa la cantidad de bien intermedio  $z_H$  utilizado como insumo y  $\varepsilon_H > 1$ .

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  $z_H$ :

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

donde,  $P_{H,t} = \left[ \int_0^1 P_{H,t}^{1-\varepsilon_H} dz_H \right]^{1/(1-\varepsilon_H)}$  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:

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

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:

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

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  $1-\phi_H$ .

<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 ajustarían cada año.



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:

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

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 Firmas 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 monopólico 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 a 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:

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

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

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

notése 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:

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

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):

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

donde  $\bar{\pi}$ ,  $\bar{Y}$  y  $v_{m,t} : N(0, \sigma_m^2)$  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:  $Rem_t = \lambda Rem_t$ ,  $D_t = \lambda d_t^o = 0$ ,  $B_t^* = \lambda B_t^{*o}$  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:

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

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

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:

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

como 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:

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

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

11. Precios agregados domésticos e importados:

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

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

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 domésticas e importados generadas por ineficiencias en la agregación:

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

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

### 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

económicos 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 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:

---

<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).

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



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

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:

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

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 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

---

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

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 destacionalizada y su brecha fue calculada como la diferencia entre el 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** ( $\hat{per}$ ). 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 la el cálculo de al brecha del producto.

6. **Remesas** ( $\hat{rem}$ ). 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 trasformada 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 mminos 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 *proxi* de la demanda externa se fundamenta porque más del 50 por ciento del comercio internacional de Guatemala se realiza con los 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 del 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 reflejan 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

---

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

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  $\varepsilon_F$  (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 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 ( $\rho_{y_F}$ ,  $\rho_{i_F}$ ) 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 ( $\rho_{\zeta}$ ) 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 señalado con anterioridad, 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

---

<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

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 ha 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 grafica 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 menciono anteriormente. 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 demanda externa disminuyó drásticamente, las remesas también disminuyeron fuertemente. Sin embargo, también se observa que parte de la dinámica de esta variable es explicado 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 *shocks* de trabajo. Por otro lado, los *shocks* a la tasa de interés externa han afectado negativamente el comportamiento de las exportaciones.

Adicionalmente, como se observan en todas las graficas 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 *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, 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 anteriormente, más del 50 por ciento del comercio internacional de Guatemala se realiza con los EE. UU. o con algún socio cercano de dicho país. 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 primer columna se muestran los períodos transcurridos después de aplicada la perturbación, en la segunda y tercer columna se observan los efectos sobre la inflación para niveles bajos y altos de credibilidad de la política monetaria, respectivamente y finalmente, en las 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 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.

---

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



## 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 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. Noté, 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 presentan 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 y 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 podrá explicar el comportamiento del tipo de cambio real en Guatemala, el cual se ha apreciado de forma continúa 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 remesa 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 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

---

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

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

---

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

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 y así como, una mejor especificación de la función de las remesas, la que a nuestro juicio debiera de tener mayor fundamento microeconómico dentro de la estructura del modelo.



## 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 utility 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] Jeffrey 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 Distribución	Media	Desv. Estándar	Valor Media	Desv. Estándar	Lim. Inf.	Lim. 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 doméstico	$\theta$	<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	$\rho$	<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	$\rho_{prs_F}$	0.75

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

	Crecimiento promedio	$\epsilon_{zetaa}$	$\epsilon_{i^*}$	$\epsilon_{\pi^*}$	$\epsilon_{e^*}$	$\epsilon_{a_H}$	$\nu_m$	$\epsilon_{x_S}$	$\epsilon_{p_S^*}$	$\nu_{rem}$
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

$\epsilon_{zetaa}$ : Shock en la oferta de trabajo  
 $\epsilon_{i^*}$ : Shock en la tasa de interés externa  
 $\epsilon_{\pi^*}$ : Shock en la inflación externa  
 $\epsilon_{e^*}$ : 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: Respuestas 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 despues 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 cambio con respecto a los mostrados en las tablas 1 y 2 es el  $\psi_\pi$ , la sensibilidad de la tasa de interés de política con respecto a la inflación



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

Tipo de <i>shock</i> y tiempo despues 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 cambio 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 interes

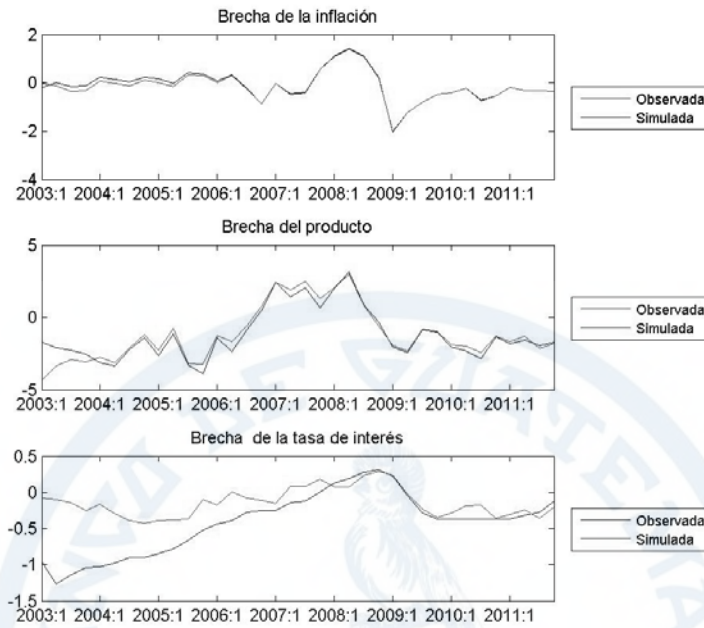


Figura 2: Grado de ajuste tipo de cambio, exportaciones y remesas

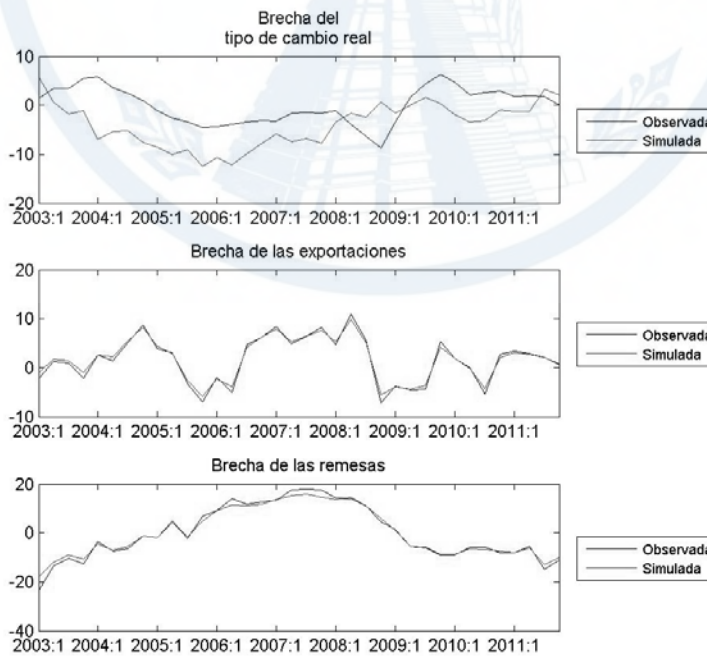


Figura 3: Grado de ajuste del modelo a la demanda externa, inflación externa

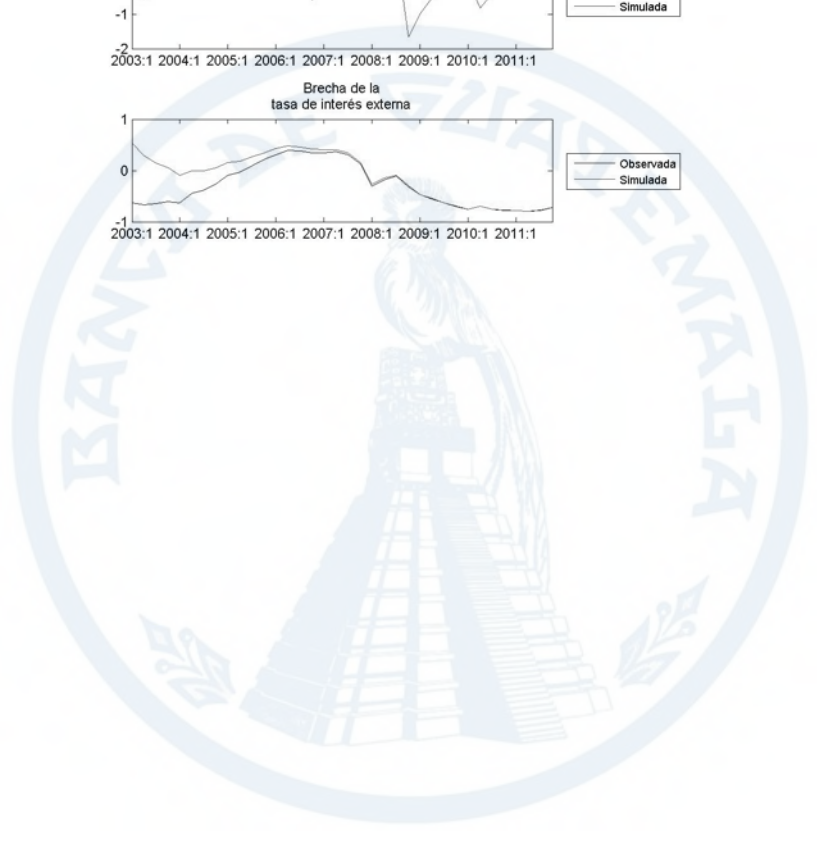
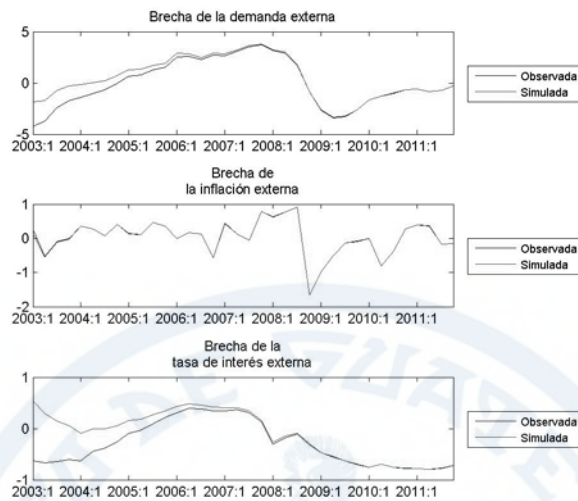




Figura 4: Análisis de varianza de la inflación

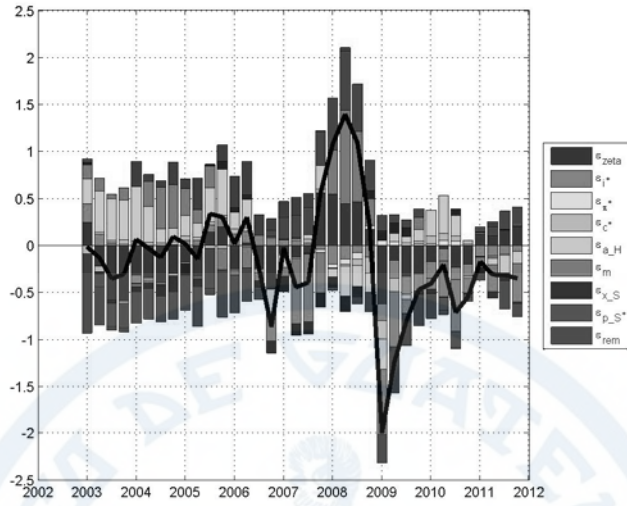


Figura 5: Análisis de varianza del producto

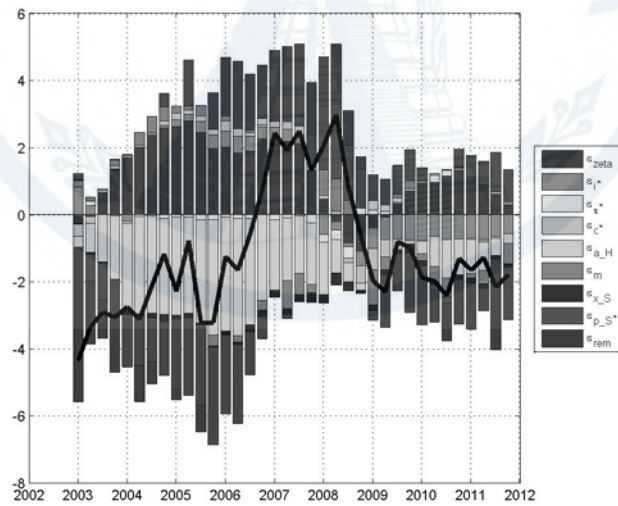


Figura 6: Análisis de varianza de la tasa de interés

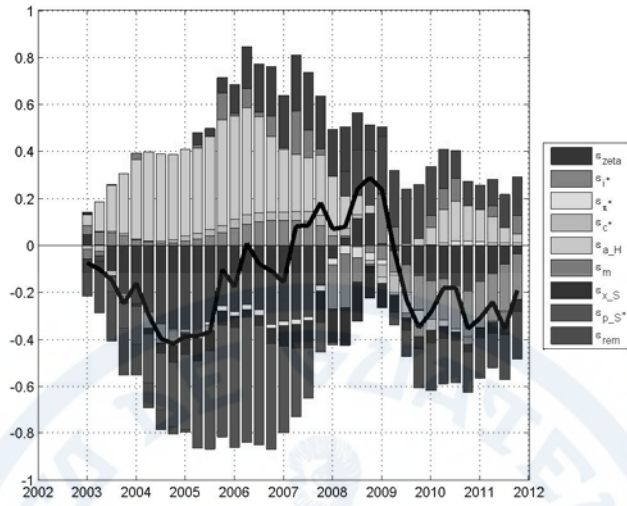


Figura 7: Análisis de varianza del tipo de cambio real

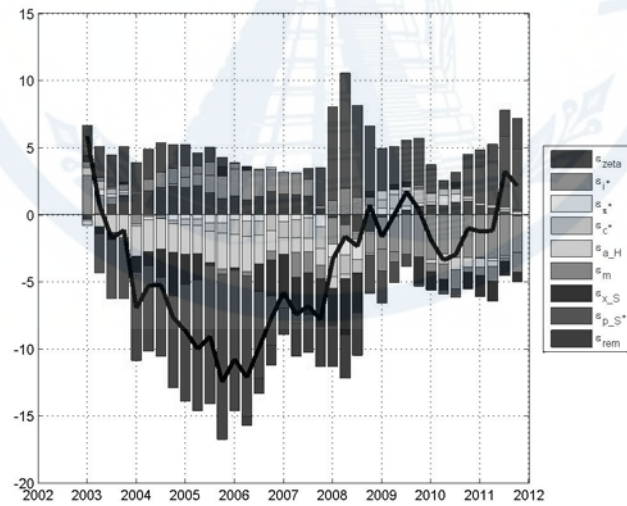


Figura 8: Análisis de varianza de las remesas

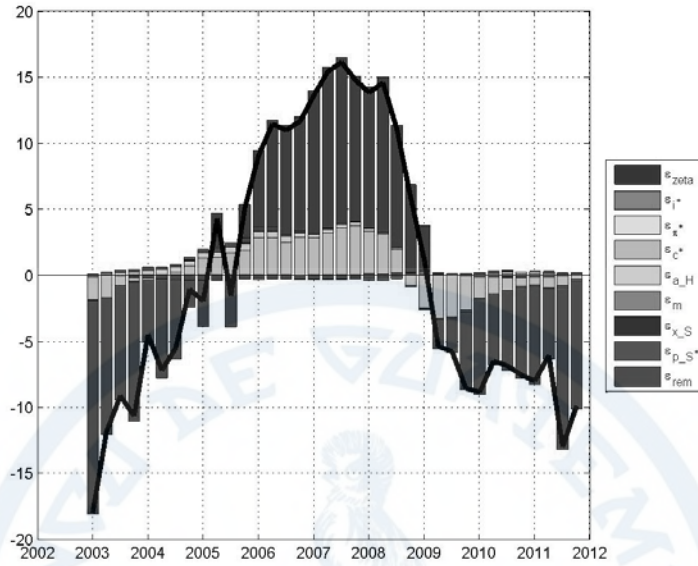


Figura 9: Análisis de varianza de las exportaciones

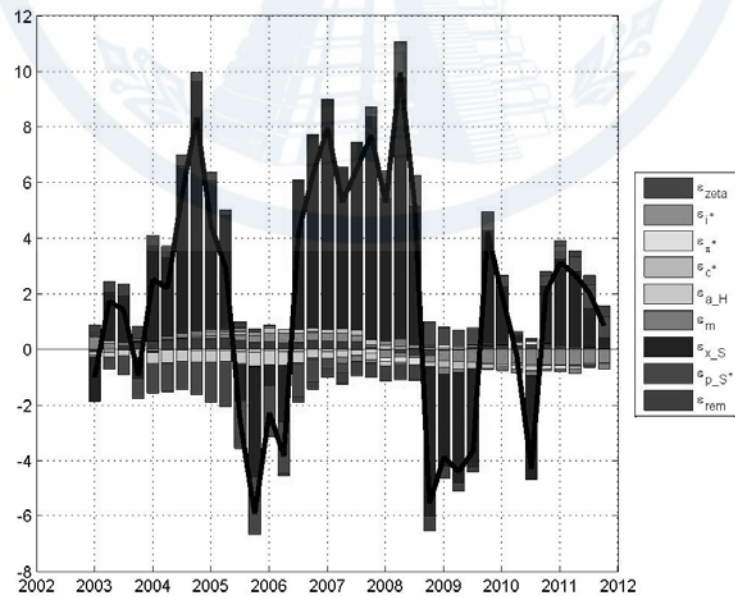


Figura 10: Funciones de impulso respuesta ante un shock de demanda externa para distintas proporciones de familias restringidas

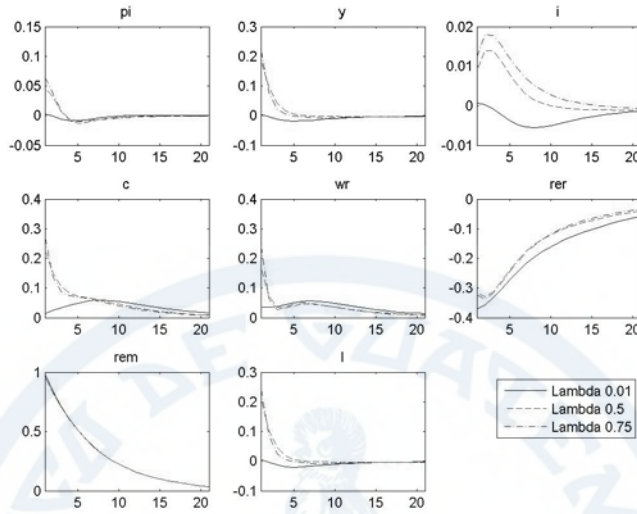


Figura 11: Funciones de impulso respuesta ante un shock de política monetaria para distintas proporciones de familias restringidas

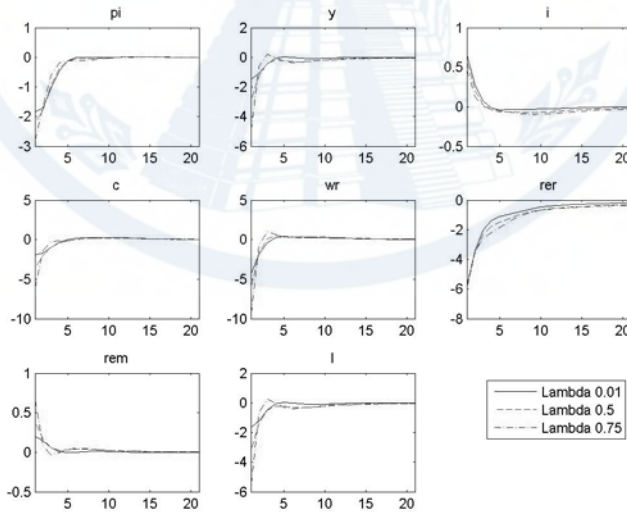




Figura 12: Funciones de impulso respuesta ante un shock de remesas para distintas proporciones de familias restringidas

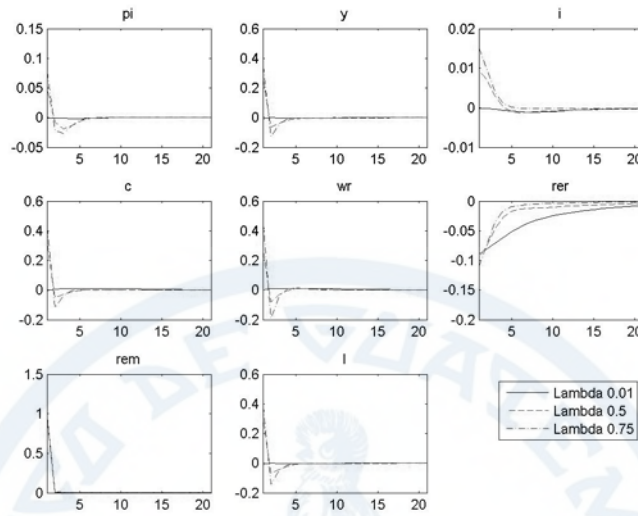


Figura 13: Funciones de impulso respuesta ante un shock de demanda externa para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria

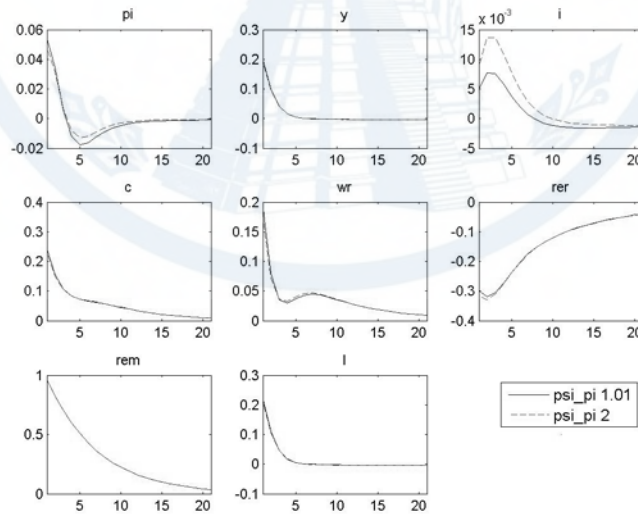






Figura 14: Funciones de impulso respuesta ante un shock de política monetaria para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria

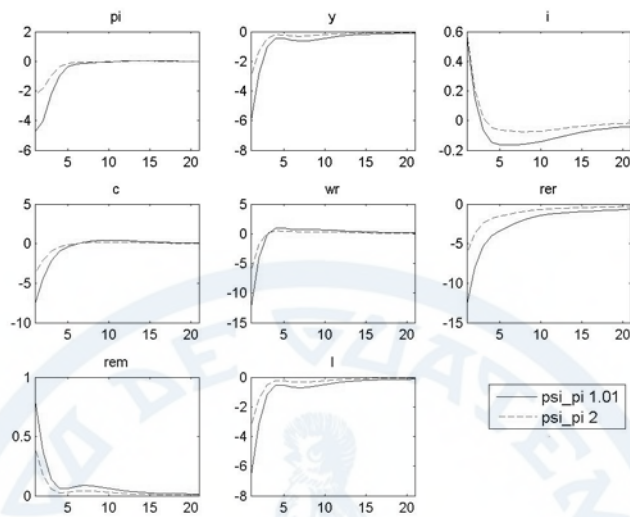
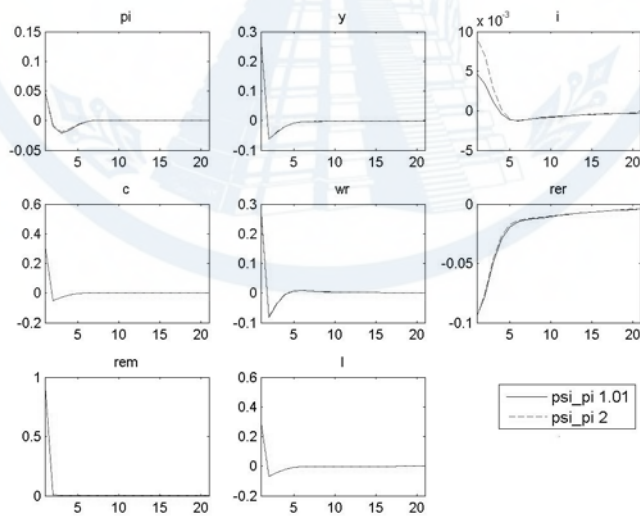


Figura 15: Funciones de impulso respuesta ante un shock de remesas para distintos grados de credibilidad en la regla de política monetaria





## 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

$$\hat{c}r_t = \frac{WL}{Y} \frac{Y}{C} (\hat{w}r_t + \hat{l}_t) + \frac{Rem}{Y} \frac{Y}{C} \frac{\lambda_{rem}}{\lambda} (\hat{r}e r_t + \hat{r}e m_t) \quad (39)$$

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

6. Consumo total

$$\hat{c}_t = (1 - \lambda) \hat{c}o_t + \lambda \hat{c}r_t \quad (40)$$

7. Tipo de cambio nominal

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

8. Paridad no cubierta de la tasa de interés

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

9. Oferta laboral de familias optimizadoras

$$-Lo^{\gamma_{lo}+1} (h(\hat{c}o_{t-1}) - h(\hat{c}o_t)) = \frac{WLo}{Y} \frac{Y}{Co} (\hat{w}r - \hat{z}e t a - \gamma_{lo} \hat{l}o - \hat{c}o) \quad (43)$$

10. Oferta laboral de familias con restricciones de liquidez

$$\gamma_{lr}(\hat{l}r) = \hat{w}r_t - \hat{c}r_t - \hat{z}e t a_t \quad (44)$$

11. Oferta laboral total

$$\hat{l}_t = (1 - \lambda) \hat{l}o_t + \lambda \hat{l}r_t \quad (45)$$

12. Consumo externo

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

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

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

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

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

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

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

### 23. Remesas

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

## A.2 Variables exógenas

### 1. Shock de oferta laboral

$$\zeta_t = \rho_\zeta \zeta_{t-1} + \varepsilon_\zeta \quad (58)$$

### 2. Tasa de interés externa

$$i_t^* = \rho_{i^*} i_{t-1}^* + \varepsilon_{i^*} \quad (59)$$

### 3. Inflación externa

$$\pi_t^* = \rho_{\pi^*} \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi^*} \quad (60)$$

### 4. Demanda externa total

$$c_t^* = \rho_{c^*} c_{t-1}^* + \varepsilon_{c^*} \quad (61)$$

### 5. Shock de productividad

$$a_{H,t} = \rho_a a_{H,t-1} + \varepsilon_{a_H} \quad (62)$$

### 6. Exportaciones de commodities

$$y_{S,t} = \rho_{y_S} y_{S,t-1} + \varepsilon_{y_S} \quad (63)$$

### 7. Precios relativos de los commodities



$$\square^* pr_{S,t} = \rho_{prs}^* \square^* pr_{S,t-1} + \varepsilon_{ps}^* \quad (64)$$

8. *Shock* de política monetaria

$$\square v_{m,t} = V_{m,t} \quad (65)$$

## Anexo B: lista de parámetros estimados

El vector de parámetros estimados  $\theta$  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.  $\rho_a$ : Inercia ante un shock de productividad.
23.  $\rho_{y,s}$ : 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.  $\rho_{\zeta}$  : 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.

## SEUDONIMO: CERTAMEN2013

