



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DOCTORADO EN ECONOMIA

**ENSAYOS SOBRE EL EFECTO DE LOS TÉRMINOS DE
INTERCAMBIO PARA LA REGIÓN CENTROAMERICANA**

TESIS DOCTORAL

Esdras Josiel Sánchez Barahona

Buenos Aires, Argentina, 2022

Director de Tesis
Dr. Javier García-Cicco

Miembros del Jurado de Tesis

Dra. Silvia Vázquez
Dr. Pablo Grigoriu
Dr. Ernesto A. O'Connor

Agradecimientos

A Dios, quien siempre me bendice en cada meta de mi vida

A mi familia,
En especial a mi esposa y mis hijos, por su apoyo incondicional
Y a mi madre, un ejemplo permanente

Índice

Lista de cuadros.....	vii
Lista de figuras.....	viii
Introducción.....	x
Abstract.....	xii
1. Interrelación entre los ensayos y antecedentes teóricos generales.....	13
I. Interrelación entre los ensayos, objetivos específicos y marco metodológico.....	13
II. Antecedentes teóricos generales.....	15
III. Descripción de los términos de intercambio y las exportaciones del conjunto de países	21
IV. Referencias bibliográficas.....	23
2. Caracterización teórica de los shocks anticipados y no anticipados de términos de intercambio para economías pequeñas y abiertas.....	27
I. Introducción.....	27
II. Antecedentes teóricos y estado de la cuestión.....	28
III. Modelo.....	31
A. Caracterización exógena de los términos de intercambio para economías en desarrollo	33
B. Curva IS dinámica y estocástica.....	35
C. Curva de Phillips dinámica y estocástica.....	36
D. Paridad descubierta de tasa de interés, balanza comercial y tipo de cambio real.....	37
E. Regla de política monetaria.....	38
IV. Análisis de shocks de términos de intercambio.....	38
A. Análisis de shocks no anticipados de términos de intercambio.....	39
B. Análisis de shocks anticipados de términos de intercambio.....	41
V. Conclusiones.....	45
VI. Referencias bibliográficas.....	46
VII. Anexos.....	48
A. Decisión intratemporal de los hogares.....	48
B. Decisión intertemporal de los hogares.....	49
C. Empresas de bienes finales.....	51
D. Empresas de bienes intermedios.....	52
E. Sector externo.....	53
F. IS Dinámica.....	55
G. Curva de Phillips.....	56
H. Paridad descubierta de tasa de interés.....	57

I.	Sistema de coeficientes indeterminados del shock no anticipado	58
J.	Sistema de coeficientes indeterminados del shock anticipado	62
3.	Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos SBVAR	70
I.	Introducción	70
II.	Antecedentes teóricos generales y estado de la cuestión.....	72
III.	Diseño y estimación de un modelo de vectores autorregresivos bayesianos	75
A.	Identificación de los shocks anticipados y no anticipados de los shocks de términos de intercambio.....	75
B.	Fuente de datos y su medición	80
IV.	Resultados empíricos.....	81
A.	Efecto de un shock no anticipado de los términos de intercambio.....	82
B.	Efecto de un shock anticipado de los términos de intercambio.....	84
C.	Impacto comparativo entre shocks anticipados y no anticipados.....	86
V.	Conclusiones	87
VI.	Referencias bibliográficas	88
VII.	Anexos.....	91
A.	Pruebas de raíz unitaria por país	91
B.	Impulsos respuestas de los shocks no anticipados por país.....	93
C.	Proporción de la variación del error de pronóstico del shock no anticipado por país.....	96
D.	Funciones impulsos respuestas de los shocks anticipados por país	98
E.	Proporción de la variación del error de pronóstico del shock anticipado por país	101
F.	Cuadros del impacto comparativo por país	103
4.	Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos DSGE bayesianos	104
I.	Introducción	104
II.	Antecedentes teóricos y estado de la cuestión.....	105
III.	Diseño y estimación de un modelo de un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico	108
A.	Características básicas del modelo	108
B.	Decisión intratemporal de los hogares	109
C.	Decisión intertemporal de los hogares	111
D.	Empresas de bienes finales.....	113
E.	Empresas de bienes intermedios	114
F.	Sector externo.....	117
G.	Gobierno.....	119
H.	Banco Central.....	119

I.	Condiciones de cierre del modelo	120
J.	Caracterización de los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio.....	121
K.	Caracterización del resto de procesos exógenos	121
L.	Condiciones de equilibrio del modelo.....	122
M.	Tratamiento de datos y su medición.....	124
N.	Calibración, estado estacionario y estimación bayesiana del modelo.....	124
IV.	Resultados del modelo	128
A.	Efecto de un shock no anticipado de los términos de intercambio.....	128
B.	Efecto de un shock anticipado de términos de intercambio	129
C.	Relevancia de los shocks de términos de intercambio con respecto a los shocks domésticos.....	131
V.	Conclusiones	133
VI.	Referencias bibliográficas	135
VII.	Anexos.....	138
A.	Priors y Posteriors por país.....	138
B.	Shocks suavizados por país	143
C.	Variables suavizadas por país	146
D.	Funciones impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio	148
E.	Funciones impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio	151
F.	Funciones impulso respuesta resto de shocks por país.....	153
G.	Estimaciones de posteriors por país	162
5.	Conclusiones generales y líneas futuras de investigación	167

Lista de cuadros

Cuadro 2-a: Descripción de parámetros de la curva IS	36
Cuadro 2-b: Descripción de parámetros de la curva de Phillips	36
Cuadro 2-c: Efecto de un shock no anticipado de términos de intercambio.....	40
Cuadro 2-d: Efecto de un shock anticipado de términos de intercambio	43
Cuadro 2-e: Efecto del restante shock anticipado de términos de intercambio	69
Cuadro 3-a: Mediana de la descomposición de la varianza de un shock no anticipado.....	83
Cuadro 3-b: Descomposición de la varianza de un shock no anticipado, por país para un horizonte de 12 trimestres.....	84
Cuadro 3-c: Mediana de la descomposición de la varianza de un shock anticipado.....	85
Cuadro 3-d: Descomposición de la varianza de un shock anticipado, por país para un horizonte de 12 trimestres	85
Cuadro 3-e: Pruebas de raíz unitaria de Costa Rica	91
Cuadro 3-f: Pruebas de raíz unitaria de El Salvador	91
Cuadro 3-g: Pruebas de raíz unitaria de Guatemala	92
Cuadro 3-h: Pruebas de raíz unitaria de Honduras	92
Cuadro 3-i: Pruebas de raíz unitaria de Nicaragua.....	93
Cuadro 3-j: Descomposición del shock total por país	103
Cuadro 3-k: Comparación del peso entre shocks por país.....	103
Cuadro 4-a: Descripción de parámetros calibrados comunes	125
Cuadro 4-b: Descomposición de la varianza de un shock no anticipado, por país	129
Cuadro 4-c: Descomposición de la varianza de un shock anticipado, por país.....	130
Cuadro 4-d: Descomposición de la varianza de distintos shocks del modelo.....	132
Cuadro 4-e: Resultados de Costa Rica.....	162
Cuadro 4-f: Resultados de El Salvador	163
Cuadro 4-g: Resultados de Guatemala.....	164
Cuadro 4-h: Resultados de Honduras	165
Cuadro 4-i: Resultados de Nicaragua	166

Lista de figuras

Gráfico 1-a: Evolución de los términos de intercambio (2006 =100).....	22
Gráfico 3-a: Shock no anticipado para Centroamérica	82
Gráfico 3-b: Shock anticipado para Centroamérica	84
Gráfico 3-c: Impulso respuesta shock no anticipado de Costa Rica (SBVAR).....	93
Gráfico 3-d: Impulso respuesta shock no anticipado de El Salvador (SBVAR)	94
Gráfico 3-e: Impulso respuesta shock no anticipado de Guatemala (SBVAR)	94
Gráfico 3-f: Impulso respuesta shock no anticipado de Honduras (SBVAR)	95
Gráfico 3-g: Impulso respuesta shock no anticipado de Nicaragua (SBVAR).....	95
Gráfico 3-h: Variación del error de pronóstico no anticipada de Costa Rica	96
Gráfico 3-i: Variación del error de pronóstico no anticipada de El Salvador	96
Gráfico 3-j: Variación del error de pronóstico no anticipada de Guatemala	97
Gráfico 3-k: Variación del error de pronóstico no anticipada de Honduras	97
Gráfico 3-l: Variación del error de pronóstico no anticipada de Nicaragua	98
Gráfico 3-m: Impulso respuesta shock anticipado de Costa Rica	98
Gráfico 3-n: Impulso respuesta shock anticipado de El Salvador	99
Gráfico 3-o: Impulso respuesta shock anticipado de Guatemala	99
Gráfico 3-p: Impulso respuesta shock anticipado de Honduras	100
Gráfico 3-q: Impulso respuesta shock anticipado de Nicaragua.....	100
Gráfico 3-r: Variación del error de pronóstico anticipada de Costa Rica.....	101
Gráfico 3-s: Variación del error de pronóstico anticipada de El Salvador	101
Gráfico 3-t: Variación del error de pronóstico anticipada de Guatemala.....	102
Gráfico 3-u: Variación del error de pronóstico anticipada de Honduras.....	102
Gráfico 3-v: Variación del error de pronóstico anticipada de Nicaragua.....	103
Gráfico 4-a: Shock no anticipado para Centroamérica	128
Gráfico 4-b: Shock anticipado para Centroamérica	129
Gráficos 4-c: Priors y Posterior por país.....	138
Gráficos 4-d: Shocks suavizados por país.....	143
Gráficos 4-e: Variables suavizadas por país	146
Gráfico 4-f: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Costa Rica	148
Gráfico 4-g: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de El Salvador.....	149
Gráfico 4-h: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Guatemala.....	149

Gráfico 4-i: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Honduras	150
Gráfico 4-j: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Nicaragua	150
Gráfico 4-k: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Costa Rica	151
Gráfico 4-l: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de El Salvador.....	151
Gráfico 4-m: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Guatemala.....	152
Gráfico 4-n: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Honduras	152
Gráfico 4-o: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Nicaragua	153
Gráficos 4-p: Funciones impulso resto de shocks de Costa Rica.....	153
Gráfico 4-q: Funciones impulso resto de shocks de El Salvador	155
Gráfico 4-r: Funciones impulso resto de shocks de Guatemala.....	157
Gráfico 4-s: Funciones impulso resto de shocks de Honduras.....	159
Gráfico 4-t: Funciones impulso resto de shocks de Nicaragua	160

Introducción

El ciclo económico de los países centroamericanos tiene características distintivas que son relevantes de estudiar, en particular, requieren un análisis de sus fuentes externas de fluctuación debido a su papel crucial para los ciclos económicos nacionales. Sin embargo, estas características no se encuentran especificadas en los modelos macroeconómicos estudiados para economías grandes y más desarrolladas. De esta forma, la tesis doctoral que aquí se desarrolla bajo el título “Ensayos sobre el efecto de los términos de intercambio para la región centroamericana” tiene como objetivo general realizar una caracterización distintiva de los efectos de los términos de intercambio en la fluctuación del ciclo económico de las economías en estudio para aportar nueva evidencia en el campo de la macroeconomía internacional para países en desarrollo mediante tres ensayos que están vinculados para desarrollar la investigación.

La investigación está motivada en el contexto de países en desarrollo o de bajos ingresos, por un lado, por la relevancia de las causas y los efectos de los shocks externos anticipados (news por sus siglas en inglés) y no anticipados de los términos de intercambio para explicar las fluctuaciones de sus ciclos económicos y sus implicaciones para el diseño de política económica; y por otro, la poca investigación usando modelos macroeconómicos para los países centroamericanos, y en general, no hay evidencia abundante para explicar la fluctuación macroeconómica para pequeñas economías abiertas y en desarrollo.

En este marco, la tesis doctoral aporta nueva evidencia empírica y teórica a través de tres ensayos vinculados para estudiar los efectos macroeconómicos de los shocks externos de los términos de intercambio, pero diferenciando entre shocks no anticipados y anticipados, y su contribución relativa en la economía doméstica en economías pequeñas y abiertas en desarrollo, combinando las investigaciones de Galí y Monacelli (2005), Zeev, Pappa y Vicondoa (2017), Schmitt-Grohé y Uribe (2012), Schmitt -Grohé y Uribe (2018), y Kurmann y Sims (2020).

Los tres ensayos de la tesis doctoral están vinculados para desarrollar la investigación, más específicamente en el capítulo 1, se expone la interrelación entre los ensayos y los antecedentes teóricos generales. Luego, en el capítulo 2 está el primer ensayo: “Caracterización teórica de los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio para economías pequeñas y abiertas”, que tiene como objetivo

brindar un aporte teórico de una caracterización exógena de los shocks de términos de intercambio, de forma anticipada (no anticipada) para economías en desarrollo en el marco de un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico nuevo keynesiano. Una vez realizada esa caracterización distintiva de los términos de intercambio, se agregan dos capítulos, donde se hace una evaluación general para saber si existe desconexión o no, entre los modelos teóricos y empíricos cuando se trata de evaluar el papel de los diversos tipos de shocks en la generación de ciclos económicos.

De esta forma, el principal objetivo del capítulo 3: “Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos SBVAR” es evaluar empíricamente cómo los efectos de los shocks anticipados y no anticipados en los términos de intercambio se extienden hacia las economías en análisis mediante la estimación de un modelo bayesiano de vectores autorregresivos estructurales (SBVAR por sus siglas en inglés). Luego, el objetivo en el capítulo 4: “Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos DSGE Bayesianos”, es analizar teóricamente la caracterización exógena de los shocks anticipados (no anticipados) de los términos de intercambio realizada en el capítulo 2, y evaluar cómo se extienden hacia las economías analizadas mediante un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) usando estimación bayesiana adicionando varias rigideces nominales y reales que mejoran la habilidad del modelo para replicar las dinámicas observadas. Finalmente, se presenta el capítulo 5 con las conclusiones generales y líneas futuras de investigación.

Los resultados muestran una forma original de caracterizar exógenamente los términos de intercambio para los países en estudio. Además, las evaluaciones con modelos empíricos (SBVAR) y teóricos estimados (DSGE bayesianos) muestran que el peso relativo de los shocks anticipados es mayor a la de los no anticipados, lo cual está vinculado con expectativas de optimismo o pesimismo que son incorporadas en las decisiones actuales de consumo e inversión, lo cual tiene implicaciones clave para el diseño de política económica. Con respecto a la evaluación de modelos DSGE bayesianos, en promedio, se ajustan bien a los datos, pero hay diferencias con la evaluación empírica del modelo SBVAR en cuanto a la magnitud de la contribución de los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio en el papel del ciclo económico y los efectos por país.

Abstract

The economic cycle of Central American countries has distinctive characteristics that are relevant to study, but these characteristics are not specified in the macroeconomic models studied for large and more developed economies, which explains, in large extent, the lack of scientific evidence for small open and developing economies. Therefore, the doctoral thesis developed here under the title "Essays on the effect of the terms of trade for the Central American region" has the general objective of making a distinctive characterization of the effects of the terms of trade on the fluctuation of the economic cycle of the economies under study, differentiating between unanticipated and anticipated shocks, as well as providing new empirical and theoretical evidence through three linked articles, combining the articles by Gali and Monacelli (2005), Zeev, Pappa and Vicondoa (2017), Schmitt-Grohe and Uribe (2012), Schmitt -Grohe and Uribe (2018), and Kurmann and Sims (2020).

In chapter 1, it presents the interrelation between the essays and the general theoretical background. Then, in chapter 2 the first article is: "Theoretical characterization of anticipated (so-called news) and unanticipated terms of trade shocks for small and open economies". In chapter 3: "Terms of trade shocks in Central America: Evidence based on SBVAR models" the objective is to empirically evaluate anticipated and unanticipated terms of trade shocks by estimating a Bayesian vector model of the terms of trade for small and open economies. In chapter 3: "Terms of trade shocks in Central America: Evidence based on SBVAR models" the objective is to empirically evaluate anticipated and unanticipated terms of trade shocks by estimating a Bayesian Structural Vector Autoregressive (SBVAR) model.

Finally, the objective in chapter 4: "Terms of Trade Shocks in Central America: Evidence from Bayesian DSGE Models", is to theoretically analyze the exogenous characterization of anticipated (unanticipated) terms of trade shocks made in chapter 2, by means of a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model using Bayesian estimation with various nominal and real rigidities. The results show an original way of exogenously characterized the terms of trade under imperfect competition for the economies studied. Additionally, the empirical (SBVAR) and theoretical (Bayesian DSGE) evaluations show that the relative weight of news or anticipated shocks is higher than that of unanticipated ones, which has key implications for economic policy design.

1. Interrelación entre los ensayos y antecedentes teóricos generales

I. Interrelación entre los ensayos, objetivos específicos y marco metodológico

El ciclo económico de los países centroamericanos tiene características distintivas que son relevantes estudiar, particularmente requieren un análisis de sus fuentes externas de fluctuación por su papel crucial para los ciclos económicos nacionales. Sin embargo, dichas características no se encuentran en modelos macroeconómicos para economías grandes y de mayor desarrollo. Además, al observar la poca evidencia para Centroamérica, uno de los objetivos de esta investigación es aportar nueva evidencia para estudiar los efectos de los shocks externos de términos de intercambio y su contribución relativa en la economía doméstica de economías pequeñas y abiertas en desarrollo, como las estudiadas en esta investigación. Además, la presente investigación establece una metodología unificada para analizar al conjunto de países, lo cual permite hacer una comparación más consistente y fácil de los resultados obtenidos.

En este contexto, la tesis doctoral estudia mediante tres ensayos científicos y vinculados (capítulos 2, 3, y 4), los efectos de los shocks externos en las economías pequeñas y abiertas combinando las investigaciones de Galí y Monacelli (2005), Zeev, Pappa, y Vicondoa (2017), Schmitt-Grohé y Uribe (2012), Schmitt-Grohé y Uribe (2018), y Kurmann y Sims (2020). La tesis doctoral comienza con un ensayo en el capítulo 2 que caracteriza teóricamente los shocks externos de términos de intercambio, según su forma anticipada o no anticipada. Luego, en el segundo y tercer ensayo (capítulo 3 y 4, respectivamente) se hace una evaluación general para saber si existe desconexión o no, entre los modelos empíricos y teóricos estimados cuando se trata de evaluar el papel de las perturbaciones de los shocks externos de términos de intercambio en la generación de ciclos económicos.

De esta manera, en el primer ensayo del capítulo 2, se hace un aporte distintivo a la literatura para economías en desarrollo cuando se mantienen las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano y al mismo tiempo se plantea la forma de estudiar un shock externo de términos de intercambio usando modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos nuevo keynesiano. Además, se estudia la relevancia de los tipos de shocks anticipados y no anticipados en el ciclo económico.

Luego se estudia el papel de los shocks anticipados y no anticipados mediante dos instrumentos de análisis estándar para saber si existe desconexión o no, entre los modelos teóricos estimados y empíricos. En principio, en el segundo ensayo del capítulo 3, se desarrollan modelos empíricos (modelo VAR bayesiano estructural, SBVAR por sus siglas en inglés) para cada país en investigación, basado en el enfoque de la máxima variación de error de pronóstico (MFEV, por sus siglas en inglés) presentado por Uhlig (2003) y ampliado posteriormente por Barsky y Sims (2011), y Kurmann y Sims (2020). Los resultados del capítulo 3 brinda nueva evidencia del impacto de shocks anticipados y no anticipados para países en estudio, usando como metodología común a los SBVAR, aplicados en los ensayos de referencia para brindar resultados comparables.

En el tercer ensayo del capítulo 4 se estima un modelo teórico con métodos bayesianos (modelo de equilibrio general dinámico y estocástico nuevo keynesiano, DSGE por sus siglas de inglés) con el aporte de aplicar la caracterización exógena planteada en el primer ensayo del segundo capítulo para estudiar a cada país, sumado a comparar los resultados acerca de la relevancia del tipo de shocks de términos de intercambio encontrados en los análisis empíricos del segundo ensayo del capítulo 3 y analizar si existe desconexión entre modelos teóricos estimados y empíricos. Se aplican modelos DSGE debido a que son los utilizados por la metodología de los ensayos en referencia, estructurados en la tradición de los nuevos modelos keynesianos con ineficiencias del mercado en forma de rigideces reales y nominales.

La estructura de los modelos DSGE estimados en el capítulo 4 difieren al DSGE utilizado en el primer ensayo del capítulo 2, debido a que se incluyen modificaciones que mejoran la habilidad del modelo para replicar las dinámicas observadas de las economías en análisis. En principio, se consideran varios shocks para analizar un contexto más realista de la economía (mientras el primer ensayo del capítulo solo se incluyen los shocks anticipado y no anticipado de términos de intercambio). Además, se incluyen seis fuentes de ineficiencia en el modelo: (1) mercado de bienes intermedios monopolísticamente competitivo, (2) rigidez de precios en el mercado interno de bienes intermedios, (3) costos de ajuste de inversión, (4) hábitos de consumo, (5) indexación de precios, y (6) costos cuadráticos de portafolio y mercados de activos financieros incompletos.

Los modelos se diseñan para economías pequeñas y abiertas, ya que depende del comercio internacional (abierto), y al mismo tiempo su peso en el comercio internacional

no puede afectar los precios de sus importaciones y exportaciones (pequeña). Como resultado de todo lo anterior, la presente tesis doctoral brinda nueva evidencia en la macroeconomía internacional para países en desarrollo mediante tres ensayos (los capítulos 2,3 y 4) que están vinculados para desarrollar el tema de investigación.

II. Antecedentes teóricos generales

Los cambios en las variables del sector externo son una fuente importante de las fluctuaciones del ciclo económico en las economías pequeñas y en desarrollo, lo cual puede afectar las condiciones macroeconómicas del país. De esta forma, la estabilización de las fluctuaciones macroeconómicas podría generar grandes ganancias de bienestar en los países en desarrollo y debe ser una prioridad de los responsables de las políticas (Pallage y Robe,2003; Houssa, 2013). Sin embargo, hay complicaciones, por ejemplo, en el campo monetario, Mishra et al. (2012), Mishra et al. (2013), Mishra et al. (2014) y Agur (2015) sostienen que la mayoría de los canales de transmisión de política monetaria serían débiles o hasta inexistentes en países de bajos ingresos, consistente con las características de los países estudiados en esta investigación.

Las características distintivas del ciclo económico de los países centroamericanos no se encuentran en modelos macroeconómicos para economías grandes y más desarrolladas (por ejemplo, Liu et al., 2009; Steinbach et al., 2009; Alpanda et al., 2011; Gupta y Steinbach, 2013, para Sudáfrica), y como resultado, estos modelos no habían logrado capturar una serie de aspectos importantes de las fluctuaciones macroeconómicas en los países en desarrollo. Por ejemplo, al enfrentar un modelo de equilibrio general estocástico de Adolfson et al. (2007) con los datos y los shocks que provienen de los países del G7 explican no más del 6% de la variabilidad del producto. Cabe señalar que el modelo de Adolfson et al. (2007) está basado en el modelo de economía cerrada originalmente desarrollado por Christiano et al. (2005).

En este contexto, un requisito previo para desarrollar apropiadamente políticas es construir modelos estructurales capaces de explicar las fluctuaciones macroeconómicas. Sin embargo, muy poca investigación ha intentado explicar las fluctuaciones macroeconómicas para economías en desarrollo pequeñas y abiertas, como se detallará más adelante. Al respecto este proyecto propone desarrollar modelos macroeconómicos que permitan cuantificar el rol de los shocks externos de los términos de intercambio para las economías estudiadas en esta investigación.

Previo a la revisión de la literatura comparativa en cada ensayo específico, es clave repasar la evolución de los modelos que han respaldado a la teoría macroeconómica hasta llegar a los modelos de equilibrio dinámicos y estocásticos nuevos keynesianos. En este sentido, calificar un enfoque como "nuevo" con respecto a otro previamente existente provoca el deseo de revisar su versión anterior. Entre los 50s y 60s predominaban los modelos macroeconómicos de Keynes, luego aparecen los modelos macroeconómicos de los nuevos clásicos, donde Robert Lucas fue contrario a la macroeconomía keynesiana, al punto de apartarse de la disciplina del equilibrio y dar lugar a conceptos como el desempleo involuntario y el pleno empleo.

En segundo lugar, en la investigación de la "Crítica de Lucas" (Lucas,1976), se expuso a los modelos macroeconómicos keynesianos de no ser profundamente estructurales. Así, los modelos de equilibrio general tienen entre sus ventajas superar la crítica de Lucas (1976) referente a que los modelos econométricos usuales no capturan los cambios en el comportamiento de los agentes, como resultado de los cambios frecuentes de política. En otras palabras, los parámetros estimados de un modelo econométrico no se mantendrían en el tiempo y por ende no podrían utilizarse para fines de diseño de políticas económicas.

De esta forma, aparecen los modelos de ciclos económicos reales (RBC, por sus siglas en inglés) en la década de los 80s. Los modelos RBC destacan los shocks tecnológicos con un papel central en las fluctuaciones del ciclo económico. Prescott (1986) encuentra que representan más de la mitad de las fluctuaciones en el período de posguerra con una mejor estimación puntual cercana al 75%. King y Rebelo (1999) argumentan que los patrones mostrados por la economía simulada son similares a los que muestran los ciclos económicos reales, cuando los shocks de tecnología persistentes se alimentan a través de un modelo estándar de RBC.

Luego entre los 80 y principio de los 90s, aparecen los nuevos keynesianos. Ahora bien, el término Nueva Síntesis Neoclásica (NNS por sus siglas en inglés) fue acuñado por Goodfriend y King (1997), contemporáneamente con el tipo de modelación DSGE. Así, la crítica de Lucas, provocó el surgimiento de la nueva visión keynesiana asociada a los modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos. Cabe señalar que los modelos DSGE nuevo keynesianos, combinan la estructura de un DSGE de la forma RBC con características del modelo clásico monetario.

Con respecto a la literatura que analiza los efectos de las perturbaciones externas en las pequeñas economías abiertas, Neumeyer y Perri (2005) y Uribe y Yue (2006) muestran que los shocks tanto en la tasa de interés de los EE.UU., como en los diferenciales de los países son impulsores cruciales de los ciclos económicos en estas economías. Mientras tanto, Chari, Kehoe y McGrattan (2005) y Kehoe y Ruhl (2009) demuestran que un modelo RBC, aumentado con las fricciones en el mercado laboral y la utilización de la capacidad, no puede generar la dinámica observada del PIB de México después de la crisis de Tequila. Fernández y Goulan (2014) afirman que el acelerador financiero es importante en los modelos de una economía pequeña y abierta para explicar el comportamiento contracíclico de las tasas de interés.

Desde el trabajo fundamental de Kydland y Prescott (1982), se han producido notables progresos en el desarrollo y estimación de modelos dinámicos de equilibrio general estocástico, al punto de convertirse en herramientas estándar en macroeconomía y que ahora utilizan las principales instituciones normativas, el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Reserva Federal de los EE.UU., entre otros.

Los microfundamentos inherentes a los modelos DSGE, la especificación explícita de los objetivos intratemporales e intertemporales y las limitaciones de los agentes económicos, los hacen inmunes a la crítica de Lucas (1976). Los modelos econométricos en la tradición keynesiana, por otro lado, basado en correlaciones de variables económicas usando datos históricos conducen inevitablemente a conclusiones inexactas sobre las consecuencias de las medidas de política, ya que sus parámetros están sujetos a variaciones de tiempo.

De hecho, fueron las prescripciones keynesianas tradicionales para estimular la demanda que no funcionaron a raíz de los dos shocks del precio del petróleo de la década de 1970 y causaron un período de inflación alta y persistente en los Estados Unidos. De esta manera, las teorías macroeconómicas de expectativas racionales postuladas en los años anteriores (Muth, 1961; Lucas, 1972) cobraron impulso y finalmente dieron como resultado el trabajo seminal sobre la teoría de los ciclos económicos reales de Kydland y Prescott (1982), con su modelo de equilibrio general siendo considerado el primer ejemplo de un modelo DSGE.

En contraste, con la visión keynesiana anterior del efecto aditivo de shocks inciertos sobre el equilibrio determinista, Kydland y Prescott (1982) sostienen que los shocks tienen una cierta naturaleza y deben ser implementados directamente en un sistema económico. Prescott (1986) encontró que su modelo basado en estos pensamientos era capaz de generar datos que, en general, correspondían a la serie temporal histórica. De acuerdo con esto, las fluctuaciones de las variables macroeconómicas reales alrededor de sus equilibrios fueron causadas por shocks a la productividad total de los factores. A pesar de estas características prometedoras, los primeros modelos RBC tenían serias deficiencias. En particular, no tenían en cuenta el dinero, así como cualquier fricción o imperfección del mercado. En cambio, asumieron competencia perfecta en todos los mercados, racionalidad absoluta, y los precios y salarios eran totalmente flexibles. En consecuencia, ni la política monetaria ni la fiscal tenían ningún efecto sobre las variables reales.

El nuevo keynesianismo surgió para abordar estas deficiencias fundamentales, incluyendo entre sus logros, el modelado explícito de empresas monopolísticamente competitivas para racionalizar el establecimiento de precios con un margen sobre los costos marginales (Blanchard y Kiyotaki, 1987) y microfundamentos de salarios fijos y precios que se abordan mediante la introducción de los costos de ajuste cuadráticos (Rotemberg, 1982) o señales de ajuste de precio al azar (Calvo, 1983), entre otros. La combinación de elementos de ambas escuelas de pensamiento, en particular la idea neoclásica de un equilibrio general en un camino de crecimiento equilibrado y nuevas imperfecciones del mercado ha dado como resultado el marco NNS y que es la base para prácticamente todos los modelos DSGE modernos.

El modelo de la NNS más simple (por ejemplo, Clarida et al., 1999) se compone de tres ecuaciones: una curva IS aumentada en función de las expectativas, una nueva curva de Phillips keynesiana y una regla de política monetaria en el espíritu de Taylor (1993). Así, se agregan shocks de demanda a la ecuación IS (por ejemplo, shocks de preferencia, shocks de gasto gubernamental), shocks de oferta a la curva de Phillips (por ejemplo, shocks de tecnología y shocks de costos) y un shock a la regla de política monetaria, que permite el análisis de la dinámica del modelo que siguen este tipo de perturbaciones y las reacciones óptimas de política monetaria en respuesta a ellas.

Christiano et al. (2005) y Smets y Wouters (2003) aumentan el modelo simple al introducir a las inversiones un capital productivo que se alquila a los productores, y además establecer la misma inversión y tasa de utilización del capital instalado sujeto a costos de ajuste específicos para facilitar la capacidad del modelo de capturar los retrasos observados en la dinámica de las variables respecto a los cambios en las variables que explican su comportamiento. Galí y Monacelli (2005) extienden el modelo simple de la NNS a un marco de una economía pequeña y abierta. En particular, el apoyo teórico y empírico para el dominio de la política monetaria sobre la fiscal fue dada por el modelo nuevo keynesiano, basado en la idea general de que la política óptima es la inflación constante, que cierra la brecha del producto (Blanchard, Cottarelli, Spilimbergo, y Symansky, 2009) denominada como "divina coincidencia".

Durante la gran recesión de 2008-2009 surgió una nueva literatura en el marco de los modelos DSGE en relación con el análisis macrofinanciero, como se menciona en Blanchard et al. (2010). Sin embargo, el desarrollo de modelos que consideren fricciones financieras no es totalmente reciente, apareciendo en trabajos como el de Bernanke y Blinder (1992), Bernanke y Gertler (1989), Bernanke et al. (1996), Kiyotaki y Moore (1997) y Carlstrom y Fuerst (1997). Se debe mencionar que la noción de la NSS no se extiende desde la antigua síntesis neoclásica.

La identificación de las fuentes de los ciclos económicos de los mercados emergentes ha sido un tema importante en la literatura. El debate inicial (entre los investigadores) es el predominio del componente permanente de los shocks tecnológicos de tendencias en los ciclos económicos de los mercados emergentes, como se discutió en Durdu (2012). La bien conocida conclusión de Aguiar y Gopinath (2007) es que el componente permanente de la productividad total de los factores desempeña un papel sustancial en las fluctuaciones agregadas en los países de mercados emergentes.

Sin embargo, Garcia-Cicco, Pancrazi y Uribe (2010) demostraron que los shocks no estacionarios a la productividad total de factores explican solo una pequeña porción de las fluctuaciones, donde al unir períodos relativamente largos de datos de mercados emergentes, sus datos están a favor de un modelo RBC con shocks de primas nacionales cuyo efecto de producción es amplificado por fricciones financieras dependiendo del nivel de la deuda soberana.

Por lo tanto, la especificación del modelo requiere la determinación endógena del spread del país, que no se enfatiza en el modelo de Aguiar y Gopinath et al. (2007). De igual forma, Mendoza y Yue (2010) argumentan que es necesario incorporar una estrecha conexión entre modelos de ciclo económico y modelos de incumplimiento soberano en modelos de ciclos económicos, si se quiere explicar hechos estilizados de los países de mercados emergentes.

Con respecto al estudio de los términos de intercambio que enfoca esta investigación, se debe mencionar la literatura que describe la respuesta de las pequeñas economías abiertas a los shocks de los términos de intercambio. En particular, se tienen los trabajos teóricos clave como Harberger (1950) y Laursen y Metzler (1950), que utilizan un enfoque keynesiano simple, y Sachs (1981), Obstfeld (1982) y Svensson y Razin (1983), que examinan la respuesta a un shock de términos de intercambio en un entorno de optimización intertemporal. Claramente, desde una perspectiva teórica, la mayoría de los trabajos encuentran que los shocks de los términos de intercambio tienen una contribución en las fluctuaciones del producto (Mendoza, 1995; Kose, 2002; Schmitt-Grohe y Uribe, 2018).

Siempre relacionado con los términos de intercambio, varios trabajos han examinado estas relaciones de manera empírica. Otto (2003) construye modelos VAR estructurales para una serie de economías pequeñas y abiertas a fin de examinar el efecto de los shocks transitorios de los términos de intercambio en la balanza comercial. Concluye que un shock de términos de intercambio positivo generalmente conduce a una mejora en la balanza comercial, consistente con un modelo básico de estabilización del consumo de la cuenta corriente en un modelo con solo shocks transitorios. Kent y Cashin (2003) separan las economías en aquellas cuyos shocks en los términos de intercambio son típicamente permanentes y aquellos cuyos shocks en los términos de intercambio suelen ser transitorios.

Sin embargo, no hay abundante investigación referente a explicar la fluctuación macroeconómica para pequeñas economías abiertas como América Central y los países del Caribe. En principio, están las investigaciones macroeconómicas de Borda, Manioc y Montauban (2000), y Sosa y Cashin (2013). Entre los estudios de la región centroamericana usando modelos de equilibrio general (no todos son DSGE) se tiene a Reiner (1991) y Barquero y Chávez (2017) para Costa Rica; Castañeda y Catalán (2007),

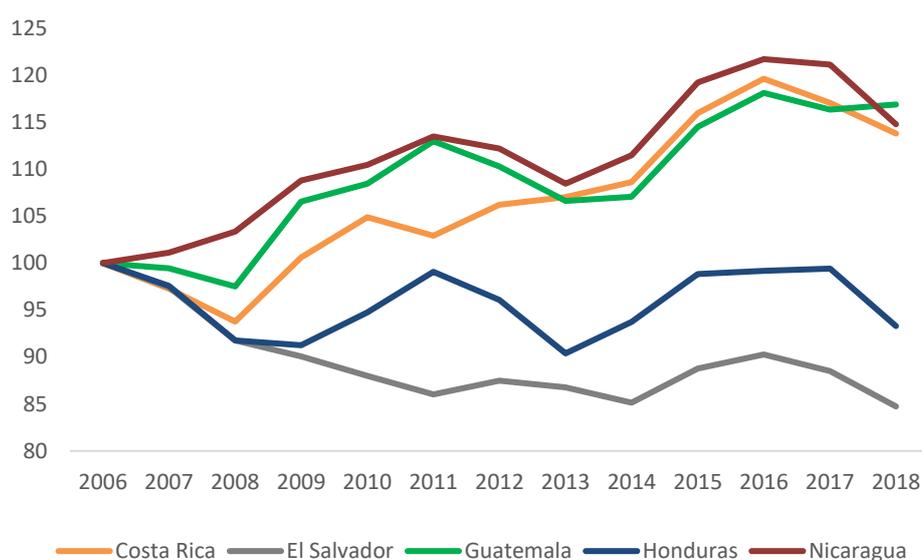
Arriaza Herrera (2008), Morley y Piñeiro (2011), y Vargas et al. (2016) para Guatemala; Abrego (1999), Acosta, Larrey y Mandelman (2009) y Morley, Piñeiro y Robinson (2011b) para el Salvador; Morley, Piñeiro y Robinson (2011a), Morley y Piñeiro (2015) para Honduras; Gámez (2010) para Nicaragua; Ramírez y Torres (2015) para República Dominicana. Cabe señalar que organismos internacionales, como el FMI han aplicado modelos DSGE para la consulta del artículo IV para Honduras y Guatemala, entre otros. Ahora bien, observar esta poca evidencia se convierte en una justificación adicional para esta investigación, sumado a que es necesario tener una metodología común que permita realizar con facilidad comparaciones entre el análisis de cada país.

Al respecto, esta investigación propone desarrollar modelos macroeconómicos para estudiar los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio para una economía pequeña y abierta en desarrollo. En el primer ensayo (capítulo 2), se identifica de una forma distintiva las características teóricas relevantes de los términos de intercambio, y en el siguiente ensayo (capítulo 3) se usan modelos empíricos SBVAR, y finalmente (capítulo 4) se estiman DSGE bayesianos al estilo nuevo keynesiano para estudiar el mecanismo de transmisión y contribución de los shocks los términos de intercambio, y si existe conexión entre modelos empíricos y teóricos estimados.

III. Descripción de los términos de intercambio y las exportaciones del conjunto de países

La siguiente figura muestra la evolución de los términos de intercambio, definidos como la relación entre los precios de exportación y los precios de importación, para los países de la región centroamericana entre 2006 y 2019: el precio de las exportaciones ha sido volátil respecto a los precios de importación. Además, se observa que los países estudiados han experimentado cambios de comportamiento en sus términos de intercambio, pero con algunas diferencias entre países.

Gráfico 1-a: Evolución de los términos de intercambio (2006 =100)



Fuente: Elaboración propia con datos de los Bancos Centrales.

Por un lado, durante el lapso de análisis se podría caracterizar un patrón volátil de los términos de intercambio para Honduras y con un deterioro respecto a lo observado en 2006. En el caso de El Salvador es menos volátil, pero con un mayor deterioro. Por su parte, en el mismo periodo, Costa Rica, Nicaragua, y Guatemala también muestran una relativa volatilidad, pero con mejora en los términos de intercambio respecto a 2006. Una interpretación intuitiva, es decir que un shock de términos de intercambio positivo es similar a un shock de productividad positivo en el sentido de que permite que una economía aumente de manera sostenible el consumo sin un aumento correspondiente en los insumos de factores.

La estructura exportadora de los países en análisis cambió entre mediados de los años ochenta y de la década reciente al pasar de bienes primarios hacia manufactura, pero la mayor parte es poco diversificada y basada en recursos naturales con limitado valor agregado. Según nivel de tecnología, cerca del 30% del total de las exportaciones en 2015 fue de productos primarios, seguido de manufactura basada en recursos naturales (22% del total), manufactura tecnología baja (29%), tecnología media (16%) y de alta tecnología (3.6%).

De esta forma, este tipo de economías, cuyas exportaciones tienen un peso considerable en materias primas (commodities) y cuyos precios se determinan en el mercado internacional, sumado a que sus importaciones no tienen competencia en el

mercado interno, las empresas del sector transable se asumen tomadoras de precios. Por lo que, se podría decir que tanto un shock de demanda interno o externo, así como un shock de oferta interno no tendrían efectos de largo plazo sobre los términos de intercambio.

IV. Referencias bibliográficas

Abrego, L. (1999). *El Salvador: General equilibrium analysis of structural adjustment reform*. North American Journal of Economics and Finance.

Acosta, P., Lartey, E., and Mandelman, F. (2009). *Remittances and the Dutch disease*. Journal of International Economics.

Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., and Villani, M. (2007). *Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through*. Journal of International Economics.

Aguiar, M. and Gopinath G. (2007). *Emerging market business cycles: The cycle is the trend*. Journal of Political Economy.

Agur, I., Goswami, M., Nakabayashi S., and Sharma, S. (2015). *Lessons for Frontier Economies from the Recent Experience of Emerging Markets in Frontier and Developing Asia: The Next Generation of Emerging Markets*. Fondo Monetario Internacional.

Alpanda, S., Kotzé, K., and Woglom, G. (2011). *Forecasting performance of and estimate DSGE model for the south African economy*. South African Journal of Economics.

Arriaza Herrera, J. C. (2008). *Términos de Intercambio y tipo de cambio real: Un modelo dinámico estocástico de equilibrio general para la economía guatemalteca*. Universidad Torcuato Di Tella.

Barquero, J. and Chávez, P. (2017). *The Effect of International Monetary Policy Expansions on Costa Rica*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, CEMLA.

Barsky, R. and Sims, E. (2011). *News shocks and business cycles*. Journal of Monetary Economics.

Bernanke, B. and Blinder, A. (1992). *The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission*. The American Economic Review.

Bernanke, B. and M. Gertler (1989): *Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations*. The American Economic Review.

Bernanke, B., Gertler, M., and Simon, G. (1996). *The Financial Accelerator and the Flight to Quality*. The Review of Economics and Statistics, MIT.

Blanchard, O. and Kiyotaki, N. (1987). *Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand*. The American Economic Review.

Blanchard, O., Cottarelli, C., Spilimbergo, A., and Symansky, S. (2009). *Fiscal Policy For The Crisis*. CESifo Forum.

Blanchard, O., Dell’Ariccia, G., and Mauro P. (2010). *Rethinking Macroeconomic Policy*. Journal of Money, Credit and Banking.

Borda, P., Manioc, O., and Montauban, J. (2000). *The Contribution of US Monetary Policy to Caribbean Business Cycles*. Social and Economic Studies.

Calvo, G. (1983). *Staggered prices in a utility-maximizing framework*. Journal of Monetary Economics.

Carlstrom, C. and Fuerst, T. (1997). *Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis*. American Economic Review.

Castañeda, J. and Catalán, J. (2007). *Emigrant remittances and the real exchange rate in Guatemala: An adjustment-cost story*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

Chari, V., Kehoe, P., and McGrattan E. (2005). *A Critique of Structural VARs Using Business Cycle Theory*. Research Department Staff Report 364, Federal Reserve Bank of Minneapolis.

Clarida, R., Gali, J., and Gertler, M. (1999), *The science of monetary policy: A new Keynesian perspective*. Journal of Economic Literature.

Christiano, L., Eichenbaum, M., and Evans, C. (2005). *Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy*. Journal of Political Economy.

Durdu, B. (2012). *Emerging Market Business Cycles: The Role of Labor Market Frictions*. IMF Working Papers.

Fernández, A. and Goulan, A. (2014). *Interest Rates and Business Cycles in Emerging Economies: The Role of Financial Frictions*. American Economic Journal: Macroeconomics.

Galí, J. and Monacelli, T. (2005). *Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy*. Review of Economic Studies, Oxford University Press.

Gámez, O. (2010). *Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua*. Banco Central de Nicaragua.

Garcia-Cicco, J., Pancrazi, R., and Uribe, M. (2010). *Real Business Cycles in Emerging Countries?* American Economic Review.

Gupta, R. and Steinbach, R. (2013). *A DSGE-VAR model for forecasting key South African macroeconomic variables*. Economic Modelling.

Goodfriend, M. and King, R. (1997). *The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy*. National Bureau of Economic Research

Harberger, A. (1950). *Currency Depreciation, Income and the Balance of Trade*. Journal of Political Economy.

Houssa, R. (2013). *Uncertainty about welfare effects of consumption fluctuations*. European Economic Review.

Kehoe, T. and Ruhl, K. (2009). *Sudden stops, sectoral reallocations, and the real exchange rate*. Journal of Development Economics.

Kent, C. and Cashin, P. (2003). *The Response of the Current Account to Terms of Trade Shocks: Persistence Matters*. IMF Working Papers.

King, R. and Rebelo, S. (1999). *Resuscitating real business cycles*. Handbook of Macroeconomics.

- Kiyotaki, N. and Moore, J. (1997). *Credit Cycles*. Journal of Political Economy.
- Kydland, F. and Prescott, E. (1982). *Time to Build and Aggregate Fluctuations*. Econometrica.
- Kose, A. (2002). *Explaining business cycles in small open economies: 'How much do world prices matter?'* Journal of International Economics.
- Kurmann, A. and Sims, E. (2020). *Shocks, Revisions in Utilization-Adjusted TFP and Robust Identification of News*. The Review of Economics and Statistics.
- Laursen, S. and Metzler, L. (1950). *Flexible Exchange Rate and the Theory of Employment*. Review of Economics and Statistics.
- Liu, Zhonghui & Pagani, Mark & Zinniker, David & DeConto, Robert & Huber, Matthew & Brinkhuis, Henk & Shah Walter, Sunita & Leckie, Mark & Pearson, Ann. (2009).
- Lucas, R. (1972). *Expectations and the Neutrality of Money*. Journal of Economic Theory.
- Lucas, R. (1976). *Econometric policy evaluation: A critique*. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy.
- Mendoza, E. (1995). *The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations*. International Economic Review.
- Mendoza, E. and Yue, V. (2010). *A Solution to the Disconnect between country risk and Business Cycle Theories*. University of Maryland.
- Mishra, P. and Montiel, P. (2013). *How effective is monetary transmission in low-income countries? A survey of the empirical evidence*. Economic Systems.
- Mishra, P., Montiel, P., and Spilimbergo, A. (2012). *Monetary Transmission in Low-Income Countries: Effectiveness and Policy Implications*." IMF Economic Review.
- Mishra, P., Montiel, P., Pedroni, P., and Spilimbergo, A. (2014). *Monetary policy and bank lending rates in low-income countries: Heterogeneous panel estimates*. Journal of Development Economics.
- Mishra, P., Montiel, P., and Sengupta, R. (2016). *Monetary Transmission in Developing Countries: Evidence from India*. IMF Working Papers.
- Morley, S., Piñeiro, V., and Sherman, R. (2011a). *A dynamic computable general equilibrium model with working capital for Honduras*. IFPRI discussion papers 1130, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Morley, S. and Piñeiro, V. (2011). *A regional computable general equilibrium model for Guatemala: Modeling exogenous shocks and policy alternatives*. International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Morley, S. and Piñeiro, V. (2015). *Adjusting to external shocks in small open economies: The case of Honduras*. IFPRI discussion papers 1477, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Muth, J. (1961). *Rational Expectations and the Theory of Price Movements*. Econometrica.
- Neumeyer, P. and Perri, F. (2005). *Business cycles in emerging economies: the role of interest rates*. Journal of Monetary Economics.

Obstfeld, M. (1982). *Aggregate Spending and the Terms of Trade: Is There a Laursen-Metzler Effect?* Quarterly Journal of Economics.

Otto, G. (2003). *Terms of Trade Shocks and the Balance of Trade: There is a Harberger-Laursen-Metzler effect.* Journal of International Money and Finance.

Pallage, S. and Robe, M. (2003). *On the welfare cost of economic fluctuations in developing countries.* International Economic Review.

Prescott, E. (1986). *Theory ahead of business cycle measurement.* Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review.

Ramírez, F. y Torres, F. (2015). *Modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico con Rigideces Nominales para el Análisis de Política y Proyecciones en la República Dominicana*. Banco Central de la República Dominicana.

Reiner, K. (1991). *Food pricing policy in Costa Rica: A general equilibrium analysis.* Volume 2, Issue 2, autumn 1991.

Rotemberg, J. (1982). *Sticky Prices in the United States.* Journal of Political Economy.

Sachs, J. (1981). *The Current Account and Macroeconomic Adjustment in the 1970's.* Brookings Papers on Economic Activity.

Sosa, S. and Cashin, P. (2013). *Macroeconomic fluctuations in the Eastern Caribbean: The role of climatic and external shocks.* The Journal of International Trade & Economic Development.

Smets, F. and Wouters, R. (2003). *An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area.* Journal of the European Economic Association, MIT Press.

Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2012). *What's New in Business Cycles.* Econometrica.

Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2018). *How important are terms-of-trade shocks?* International Economic Review.

Steinbach, M., Mathuloe, P., and Smit, B. (2009). *An Open Economy New Keynesian DSGE Model of The South African Economy.* South African Journal Economics.

Svensson, L. and Razin, A. (1983). *The Terms of Trade and the Current Account: The Harberger-Laursen-Metzler Effect.* Journal of Political Economy.

Taylor, J. (1993). *Discretion versus policy rules in practice.* Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy.

Uribe, M. and Yue, V. (2006). *Country spreads and emerging countries: Who drives whom?* Journal of International Economics.

Uhlig, H. (2003): *What Moves Real GNP?*. Humboldt University.

Vargas, R. et al. (2016). *Food vulnerability in Guatemala: a static general equilibrium analysis.* Partnership for Economic Policy.

Zeev, N., Pappa, E., and Viccondoa, A. (2017). *Emerging economies business cycles: The role of commodity terms of trade news.* Journal of International Economic.

2. Caracterización teórica de los shocks anticipados y no anticipados de términos de intercambio para economías pequeñas y abiertas

I. Introducción

El análisis de la macroeconomía internacional sobre las economías en desarrollo requiere conocer las características de los shocks externos que afectan a las mismas, pero los shocks no son directamente observados, lo cual requiere del uso de modelos para su respectiva caracterización. Así, caracterizar los shocks implica preguntarnos ¿Qué causa los ciclos económicos reales? Esta es una de las preguntas más difíciles en la teoría macroeconómica. Hay muchas posibles respuestas para esta pregunta, como los shocks externos (por ejemplo, shock del precio del petróleo), fiscales, monetarios, entre otros.

En el caso de Centroamérica¹, los shocks externos son de mucho interés, por su carácter de economías pequeñas y abiertas dependientes de la economía internacional, particularmente como se describió en la sección III del capítulo 1. Esta investigación brinda un nuevo aporte a la discusión teórica para lograr una adecuada caracterización exógena de los shocks de los términos de intercambio anticipados y no anticipados en el marco del uso de los modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (DSGE por sus siglas en inglés) al estilo nuevo keynesiano, como una base para las aplicaciones en economías pequeñas y abiertas de países en desarrollo.

Los resultados teóricos muestran que tanto un shock positivo anticipado y no anticipado, incrementan la variación relativa del PIB y la inflación doméstica, y aprecian el tipo de cambio real. Sin embargo, su efecto sobre la balanza comercial depende de la magnitud del shock. Además, hay una diferencia clara entre ambos shocks, por lo que se vuelve relevante distinguirlos, ya que tienen diferentes implicaciones para el análisis del ciclo económico, un elemento clave para el diseño de política macroeconómica. En buena medida, los modelos de ciclo económico real (RBC por sus siglas en inglés) han mostrado estos resultados (por ejemplo, Beaudry y Portier, 2004; Jaimovich y Rebelo, 2009; Schmitt-Grohé y Uribe, 2012; entre otros). De esta manera, el aporte de esta investigación es hacer una caracterización teórica de los términos de intercambio mediante un modelo DSGE nuevo keynesiano.

¹ Los países en análisis son: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, y Nicaragua.

II. Antecedentes teóricos y estado de la cuestión

La identificación de las fuentes de los ciclos económicos de los mercados emergentes ha sido un tema importante en la literatura, particularmente los efectos de los tipos de shocks. Ahora bien, cuando se introdujo el modelo RBC en la década de los 80s, la idea fue que el shock tecnológico no anticipado es la fuerza motriz principal de los ciclos económicos. Por su parte, Cochrane (1994) propone que los shocks anticipados (new shocks por sus siglas en inglés) pueden ser importantes para las fluctuaciones del ciclo económico. Hasta ahora los investigadores aún no han llegado a un pleno consenso sobre la relevancia del tipo de shocks.

Se supone que los agentes reciben hoy nueva información sobre el desarrollo de las nuevas tecnologías de mañana; ¿Esta noticia o shock anticipado causa una expansión hoy? O si el impacto de esta nueva tecnología es menor a lo esperado antes, ¿Esto lleva a una recesión? Esta intuición sobre los shocks de noticias o shocks anticipados parece ser sensata para explicar los altibajos de la actividad económica.

Ahora bien, los shocks anticipados ya fueron reconocidos por los primeros economistas, más específicamente Pigou (1927), propone el efecto y la importancia cuantitativa de los shocks anticipados o noticias sobre el futuro, reflejado en los cambios de las expectativas de los agentes. Uno de los hallazgos que surgió de la investigación del nuevo enfoque clásico de la macroeconomía de la década de los 70 es que los cambios anticipados en el crecimiento del dinero tienen efectos muy diferentes a los cambios no anticipados. Sin embargo, en la teoría tradicional del ciclo económico, las expectativas no están modeladas explícitamente, y aunque permitieron expectativas racionales, aún no están relacionadas con desarrollos fundamentales en la economía. Otros trabajos pioneros al respecto fue desarrollados por Beveridge (1909) y Clark (1934).

En implicaciones de política monetaria, autores como Lucas (1972), Phelps (1967, 1968) y Friedman (1968) argumentaron que solo los shocks no anticipados de la política monetaria afectarán la producción y el empleo. Por otro lado, algunos economistas (por ejemplo, Cochrane, 1997; Romer y Romer, 1994; Taylor, 1980), en particular los de la tradición keynesiana, afirmaron que los choques anticipados de la política monetaria también tienen efectos reales en la economía. Así, para un análisis macroeconómico más específico es relevante hacer una distinción entre cambios monetarios anticipados y no anticipados.

En tiempos recientes, Beaudry y Portier (2006), Beaudry, Dupaigne y Portier (2008), Beaudry y Lucke (2010), utilizaron técnicas de vectores estructurales (VAR por sus siglas en inglés) y argumentaron que los shocks anticipados positivos sobre la tecnología futura conducen un efecto positivo y significativo sobre el producto. En parte en respuesta a estos hallazgos, se ha desarrollado una literatura que intenta modificar los modelos estándar DSGE, de tal manera que los shocks anticipados funcionen en estos modelos (Beaudry y Portier, 2004; Den Haan y Kaltenbrunner, 2009; Christiano et al, 2008; y Jaimovich y Rebelo, 2009).

De la misma forma, hay investigaciones que cuantifican la contribución relativa de los choques anticipados en la conducción de las fluctuaciones macroeconómicas (Davis, 2007; Fujiwara et al., 2011; Khan y Tsoukalas, 2012; Schmitt-Grohé y Uribe, 2012). Schmitt-Grohé y Uribe (2012) utilizando un modelo DSGE en el que los agentes son forward-looking y reaccionan a los cambios anticipados en los fundamentos económicos antes de que tales cambios se materialicen, encuentran que los shocks anticipados representan aproximadamente la mitad de las fluctuaciones agregadas pronosticadas en la producción, el consumo, la inversión y el empleo.

Por el contrario, después de introducir varias fricciones en un modelo DSGE, Khan y Tsoukalas (2012) mostraron que los shocks imprevistos dominan a los shocks de noticias al explicar la variación incondicional del producto agregado, el consumo, y la inversión. Milani y Treadwell (2012) lograron dividir un choque de política monetaria en un componente no anticipado y anticipado, y encuentran que (en términos relativos) los shocks de noticias (anticipados) tienen un efecto mucho más grande y persistente en la economía. Así, esto permitió concluir que las políticas del banco central pueden ser más efectivas cuando se comunican al público con mucha anticipación. Mientras tanto, Best y Kapinos (2016) sugieren que los modelos económicos que incorporan solo las noticias monetarias anticipadas se ajustan mejor a los datos ex post, lo que destaca la importancia de la orientación adelantada sugerida por Milani y Treadwell (2012).

Otro debate entre los investigadores es el predominio del componente permanente de los shocks tecnológicos de tendencias en los ciclos económicos de los mercados emergentes, como se discutió en Durdu (2012). La bien conocida conclusión de Aguiar y Gopinath (2007) es que el componente permanente de la productividad total de los factores desempeña un papel sustancial en las fluctuaciones agregadas en los países de

mercados emergentes. Sin embargo, Garcia-Cicco, Pancrazi y Uribe (2010) demostraron que los shocks no estacionarios a la productividad total de factores explican solo una pequeña porción de las fluctuaciones y que, cuando se quiere unir períodos relativamente largos de datos para mercados emergentes, sus resultados son a favor de un modelo RBC con shocks de primas nacionales cuyo efecto del producto es amplificado por fricciones financieras dependiendo del nivel de la deuda soberana. Por lo tanto, su especificación del modelo requiere la determinación endógena del spread del país, que no se enfatiza en el modelo de Aguiar y Gopinath et al. (2007).

De esta forma, este ensayo es innovador pues se convierte en la base para una nueva discusión teórica sobre la caracterización distintiva de los shocks externos anticipados y no anticipados de los términos de intercambio usando modelos DSGE de estilo nuevo keynesiano, tal y como se estudian en modelos RBC (competencia perfecta). En este sentido, el aporte distintivo a la literatura es que mantiene las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano y al mismo tiempo plantea la forma de estudiar un shock de términos de intercambio.

La investigación modifica el esquema Galí y Monacelli (2005) mediante una distinción de los precios internacionales para tener la posibilidad de identificar un shock externo de términos de intercambio. Por un lado, se considera un precio al cual se compite internacionalmente para saber si se exporta más o menos, dado el precio de bienes locales y un tipo de cambio nominal, y por otro, un precio relevante para las importaciones. Luego, se diferencia entre shocks anticipados y no anticipados para denotar su relevancia en su contribución al ciclo económico. Cabe señalar que la discusión teórica dada en esta investigación sirve como base para investigaciones futuras de los países en desarrollo.

Un elemento que no se debe dejar de mencionar es el análisis del efecto dinámico de las variaciones del tipo de cambio en la balanza comercial, dado que implícitamente se estudiará con el efecto de los términos de intercambio sobre la misma variable. Así, suponiendo que la condición de Marshall-Lerner, definida cuando la suma de las elasticidades precio de la demanda interna y externa (en valor absoluto) es mayor que uno, se cumple, también es posible que, después de una depreciación cambiaria, ocurra una disminución inicial en la balanza comercial. Los primeros estudios en esta dirección se relacionaron al fenómeno de la curva J, la cual se atribuyó a un ajuste rezagado de las cantidades a los cambios en los precios relativos (Magee, 1973; Junz y Rhomberg, 1973).

Una pregunta que han planteado los investigadores es cuánto tiempo tarda la balanza comercial en experimentar una mejora después de una depreciación. En un esfuerzo por dar una respuesta a esta pregunta, Bahmani-Oskooee (1985) fue el primero en introducir un método para probar el fenómeno de la curva J al relacionar directamente la balanza comercial con el tipo de cambio, además de otros determinantes.

III. Modelo

El modelo teórico presentado en esta investigación corresponde a pequeñas economías abiertas modificando a Galí y Monacelli (2005) para brindar una caracterización exógena de los términos de intercambio, y para incluir los shocks anticipados en el modelo se toman elementos de Khan y Tsoukalas (2012), Schmitt-Grohé y Uribe (2012), Avdjiev (2016), y Schmitt-Grohé y Uribe (2018). Los supuestos básicos son: Economía pequeña, en tanto tomadora de precios internacionales (en mercados de bienes y de capitales); Abierta: participa en mercados internacionales de bienes y de capitales; En desarrollo: es que establece un planteamiento para diferenciar los precios internacionales. En este sentido, la economía mundial consiste en un continuo de pequeñas economías abiertas representadas en el intervalo unitario $[0, 1]$, con lo cual, el comportamiento de cualquier economía no tiene impacto en el resto del mundo.

La economía posee cuatro agentes que toman decisiones en base a la maximización de una función objetivo: hogares, productores domésticos e importadores, el gobierno, y el Banco Central. Los hogares: toman tres decisiones en un escenario estocástico: (a) la asignación de recursos al consumo de distintos bienes de consumo en cada periodo, (b) el diseño de un plan de consumo intertemporal (ahorro), y (c) la decisión de cuántas horas de trabajo ofrecer. En este sentido, como se considera que hay sustitución imperfecta entre los bienes (domésticos e importados), los hogares deben solucionar previamente un problema intratemporal de minimización de gastos.

Así, un hogar representativo que consume bienes y servicios acumula activos de capital invertidos, posee bonos nacionales y extranjeros, cuyo pago puede considerarse como ahorros del período anterior, y suministra cierta cantidad de trabajo a empresas. Además, los hogares reciben salarios de acuerdo con las horas trabajadas, transferencias sociales, y pagos de bonos. El hogar representativo maximiza la utilidad esperada que está determinada por el consumo de bienes y servicios, la oferta laboral y los saldos reales.

Empresas: se supone que la economía tiene dos tipos de empresas: una empresa productora de bienes finales representativa y un continuo (firmas indexadas $i \in (0,1)$) de empresas productoras de bienes intermedios. Las empresas representativas perfectamente competitivas del bien final utilizan una tecnología de producción para producir el valor agregado del bien final doméstico, combinando una gran cantidad de bienes diferenciados, a su vez producidos por empresas monopolísticamente competitivas. De esta forma, hay un continuo de empresas produciendo una variedad del bien doméstico que es un sustituto imperfecto de las variedades producidas por otras empresas. Dada la sustituibilidad imperfecta, las empresas son monopolísticamente competitivas en el mercado de bienes y enfrentan una función de demanda de bienes con pendiente negativa.

Gobierno: El gasto del gobierno está compuesto solamente por bienes domésticos, y es financiado con impuestos de suma fija.

Resto del mundo: al explorar el canal comercial de transmisión de perturbaciones externas, se considera los efectos de los términos de intercambio en las economías, teniendo en cuenta la apertura de estas economías y la dependencia de los mercados de materias primas (commodities). Los bienes que se comercian internacionalmente son los bienes domésticos y los importados. Los que se exportan son los bienes domésticos, contruidos con bienes locales.

Además, se supone que cada economía es pequeña en el sentido de que no puede influir en la tasa de interés extranjera r_t^* , el consumo extranjero C_t^* , la producción extranjera Y_t^* y el índice de precios extranjeros p_t^* . Todas estas variables son exógenas a las pequeñas economías abiertas, que participan en actividades del comercio internacional. La economía puede pedir prestado o prestar tanto como quiera en los mercados financieros mundiales sin afectar la tasa de interés del mercado mundial. A largo plazo, la tasa de interés interna de la pequeña economía abierta (en el caso de la movilidad perfecta del capital) es igual a la tasa de interés mundial y la paridad de la tasa de interés se mantiene.²

² Si la economía fuese grande, entonces (sin hacer más supuestos simplificadores) el efecto de un shock de términos de intercambio anticipado o no anticipado sobre la TB y las variables relacionadas no puede determinarse sin ambigüedades ya que las variables de economía grande afectan las variables del mercado mundial, que a su vez afectan las variables de la gran economía. Debido a los efectos de retroalimentación, el equilibrio final de la gran economía en caso de choque no puede determinarse sin ambigüedades.

A. Caracterización exógena de los términos de intercambio para economías en desarrollo

Usualmente, los términos de intercambio bajo competencia perfecta (modelos de ciclos reales) se definen como el cociente entre el índice de precios de las exportaciones e importaciones. En este sentido, cuando mejoran los términos de intercambio, hay un efecto ingreso positivo (*ceteris paribus*), que genera un aumento en la demanda de todos los bienes en general e incrementa los incentivos a producir más de los bienes exportables. En este sentido, la competencia perfecta hace que esta definición de los términos de intercambio sea directamente exógena, como en Mendoza (1995), Zeev, Pappa, y Viccondoa (2017), así como en Schmitt-Grohe y Uribe (2018), entre otros.

Por su parte, otros autores como el clásico Galí y Monacelli (2005) en modelos nuevos keynesianos (bajo competencia imperfecta), definen los términos de intercambio, como el cociente entre el índice de precios extranjeros y el índice de precios domésticos. Básicamente, el índice de precios domésticos tiene rigideces, con lo cual, no se puede definir un shock de los términos de intercambio. En este sentido, la competencia imperfecta hace que la demanda de bienes domésticos en el resto del mundo sea elástica al inverso de los términos de intercambio. En consecuencia, la cantidad de bienes exportados disminuyen (*ceteris paribus*) con una disminución de los términos de intercambio. Sin embargo, no es trivial que el ingreso por exportaciones disminuya, lo cual, depende de su elasticidad.

Ahora bien, este ensayo hace un aporte distintivo a la literatura para economías en desarrollo, ya que mantiene las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano y al mismo tiempo plantea la forma de estudiar un shock externo de términos de intercambio (lo cual se hace directamente en competencia perfecta), y por ende requiere un planteamiento para diferenciar los precios internacionales. En principio, se expresa a los términos de intercambio en logaritmos s_t , como la relación de los precios de bienes domésticos y de importación:

$$s_t \equiv p_{H,t} - p_{F,t} \tag{1}$$

Donde $p_{H,t}$ es el logaritmo del precio relativo del bien domestico expresado en moneda nacional $\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)$; $p_{F,t}$ es el logaritmo del precio relativo del bien externo expresado

en moneda nacional $\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)$, donde el precio relativo es el cociente de precios con respecto al índice de precios al consumidor del país. Además, $P_{H,t}$ es el precio del bien domestico expresado en moneda nacional; $P_{F,t}$ es el precio del bien externo expresado en moneda nacional. Así, los términos de intercambio pueden considerarse como el precio del bien domestico por unidad del bien extranjero. Ahora bien, dado que la economía nacional es suficientemente pequeña respecto a la economía extranjera, y suponiendo que no hay rigideces de precios en los bienes importados, el índice de precios de bienes extranjeros (en moneda nacional) coincide con el índice de precios de bienes importados, ajustado por el tipo de cambio:

$$P_{F,t} \equiv e_t p_t^* \quad (2)$$

Donde p_t^* es el índice de precios de bienes importados (en moneda extranjera) y e_t es el tipo de cambio nominal (precio interno de una unidad de moneda extranjera). Lo distintivo en esta investigación, es que se modifica el esquema Galí y Monacelli (2005) mediante una distinción de los precios internacionales para tener la posibilidad de identificar un shock externo de términos de intercambio. Por un lado, se considera un precio al cual se compite internacionalmente ($P_{X,t}^*$) para saber si exportaré más o menos, dado el precio de bienes locales ($P_{H,t}$) y un tipo de cambio nominal (e_t), y por otro, un precio relevante para las importaciones (p_t^*). Así, el crecimiento de p_t^* sigue la siguiente ley de movimiento:

$$\log(\pi_t^*) = (1 - \theta_M) \log(\bar{\pi}^*) - \theta_M \log(\pi_{t-1}^*) + v_t^M \quad (3)$$

Donde $\pi_t^* \equiv \frac{p_t^*}{p_{t-1}^*}$ es la inflación extranjera bruta, tomada como dada por la economía doméstica, $0 \leq \theta_M \leq 1$ es un parámetro de persistencia, $\bar{\pi}^*$ es la inflación externa en estado estacionario, y v_t^M es un shock del precio de las importaciones del tipo gaussiano i.i.d (independiente e idénticamente distribuido). Mientras tanto, el precio relativo de las exportaciones al cual se compite internacionalmente es:

$$\log\left(\frac{P_{X,t}^*}{p_t^*}\right) = \delta \log\left(\frac{P_{X,t-1}^*}{p_{t-1}^*}\right) + \bar{s}_t \quad (4)$$

Donde $0 \leq \delta \leq 1$ es un parámetro de persistencia; \bar{s}_t es un shock de términos de intercambio que podría tomar una forma anticipada o no anticipada. De esta manera, el shock v_t^M afecta a todos los precios internacionales por igual, mientras que \bar{s}_t es un shock

externo que impacta de manera diferente en los precios de bienes importados y exportados.

Como resultado, las exportaciones son elásticas a $P_{H,t}/e_t P_{X,t}^*$, distinto al planteamiento original de Galí y Monacelli (2005), donde las exportaciones son elásticas a $P_{H,t}/e_t p_t^*$, esto es, cuando aumenta el precio de los bienes importaciones, encarecen las importaciones y abaratan las exportaciones, y por ende se interpreta como una mejora de los términos de intercambio en su definición más tradicional. Sin embargo, esto supone que las exportaciones compiten con los mismos bienes que se están importando, un supuesto que no puede generalizarse para economías en desarrollo.

Esta parte es relevante en la investigación, ya que usualmente (si hay competencia perfecta) se consideran los términos de intercambio completamente exógenos, por lo que, como numerario en la demanda externa, se usa a $P_{X,t}^*$. Como resultado, se distingue a \bar{s}_t como un shock externo de términos de intercambio. Así, el planteamiento de esta investigación permite la posibilidad de tener un shock de precios relativos internacionales; que no se puede hacer usualmente en modelos nuevos keynesianos (como en Galí y Monacelli, 2005).

B. Curva IS dinámica y estocástica

La curva IS se deriva con el supuesto que los hogares maximizan la utilidad sujeta a una restricción presupuestaria (ver planteamiento del problema del hogar en el anexo F). La curva IS tiene expectativas del tipo forward-looking que relaciona la demanda de bienes nacionales con la tasa de interés y los términos de intercambio de la siguiente forma log linealizada:

$$\begin{aligned} \hat{y}_t = & E_t \hat{y}_{t+1} - \gamma^*(1 - \eta)(E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \hat{\pi}_{H,t}) + (\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)(E_t \hat{r} \hat{e}_{t+1} - \hat{r} \hat{e}_t) \\ & - \gamma^*\eta(E_t \bar{s}_{t+1} - \bar{s}_t) - \frac{(1 - \gamma)(\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{H,t+1})}{\sigma} \\ & - \frac{\gamma(1 - \gamma)(E_t \hat{s}_{t+1} - \hat{s}_t)}{\sigma} \end{aligned} \quad (5)$$

Donde $E_t\{\cdot\}$ es el operador de expectativas racionales condicional a toda la información hasta e incluida en el momento t ; el símbolo $\hat{\cdot}$ en una variable indica desviaciones logarítmicas respecto al estado estacionario; \hat{y}_t , representa una medida de la brecha del producto (es decir, desviación del estado estacionario); $\hat{\pi}_{H,t}$ representa a la

inflación doméstica; \hat{r}_t representa es la tasa de interés nominal de corto plazo; \hat{s}_t es el logaritmo de los términos de intercambio. El cuadro 2-a, muestra la descripción de los parámetros:

Cuadro 2-a: Descripción de parámetros de la curva IS

Parámetro	Descripción
σ	Elasticidad inversa de sustitución intertemporal
η	Elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes domésticos e importados
γ	Participación de los bienes importados en el consumo doméstico.
γ^*	Participación de los bienes exportados en el sector externo.

Fuente: Elaboración propia

C. Curva de Phillips dinámica y estocástica

La curva de Phillips representa la oferta y se deriva con el supuesto que las firmas maximizan sus beneficios bajo competencia monopolística. La curva de Phillips considera que las empresas miran hacia el futuro y fijan los precios en función de la inflación anticipada $\hat{\pi}_{H,t+1}$ (ver anexo G). Así, la ecuación de Phillips, es la siguiente:

$$\hat{\pi}_{H,t} = \beta E_t \hat{\pi}_{H,t+1} + \theta^\gamma \widehat{mc}_t \quad (7)$$

Donde $\hat{\pi}_{H,t}$ es la inflación doméstica (desviación del estado estacionario); $\hat{\pi}_{H,t+1}$ es la inflación anticipada; $\theta^\gamma = \frac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\theta}$; \widehat{mc}_t , representa el costo marginal y se define como $\widehat{mc}_t = mc_t - mc$. Donde $mc_t = \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) \hat{y}_t - \frac{\gamma^* \sigma (1-\eta) \hat{\pi}_{H,t}}{1-\gamma} + \frac{\sigma}{1-\gamma} (\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) r \hat{e} r_t - \frac{\sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \bar{s}_t - \gamma \hat{s}_t$ y $mc = -\log \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$. Claramente, no se hacen simplificaciones en los términos de intercambio y no se supone que se cumple la ley de único precio para $P_{H,t}$. Ahora bien, el cuadro 2-b, muestra la descripción de los parámetros:

Cuadro 2-b: Descripción de parámetros de la curva de Phillips

Parámetro	Descripción
φ	Inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo con respecto al salario real
β	Factor de descuento intertemporal
θ	Probabilidad de que una empresa no pueda cambiar su precio.
ε	Elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes diferenciados

Fuente: Elaboración propia

D. Paridad descubierta de tasa de interés, balanza comercial y tipo de cambio real

Se asume que los hogares en la economía extranjera enfrentan un problema de optimización similar al doméstico, particularmente tienen la misma elasticidad de sustitución y la influencia de la economía doméstica es mínima. Además, se suponen mercados financieros internacionales completos y una perfecta movilidad del capital, y como resultado el rendimiento nominal esperado (expresado en moneda nacional) de los bonos libres de riesgo en la economía nacional y extranjera deben ser el mismo.

Los supuestos de movilidad perfecta del capital y mercados financieros internacionales completos pueden no ser completamente aplicables a las economías en desarrollo. La suposición de mercados completos a nivel internacional también permite obtener una versión de la condición de paridad de interés descubierta, que relaciona las tasas de interés reales nacionales y extranjeras.

En este sentido, se sigue a la expresión de Galí y Monacelli (2005) para la condición de paridad descubierta de tasas de interés se obtiene de la expresión usual: $r_t = r_t^* + E_t \Delta e_{t+1}$. Siempre con Galí y Monacelli (2005), se obtiene una expresión de paridad que depende de los diferenciales actuales de la tasa de interés, términos de intercambio, y la inflación doméstica futura (su deducción se encuentra en el anexo H):

$$\hat{r}_t = \hat{r}_t^* + E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* - E_t \hat{s}_{t+1} + \hat{s}_t \quad (8)$$

Donde r_t^* es la tasa de interés nominal internacional. Luego a partir de $\hat{t}b_t = \hat{y}_t - \hat{c}_t$ en anexos se deriva la siguiente ecuación de las exportaciones netas:

$$\begin{aligned} \hat{t}b_t = & \left(\gamma^* \eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^* \eta)}{1 - \gamma} \right) \widehat{r}e r_t + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) \hat{\pi}_{H,t} \\ & + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1 - \gamma} \right) \bar{s}_t - \frac{\gamma}{1 - \gamma} \hat{y}_t \end{aligned} \quad (9)$$

Finalmente, se obtiene el tipo de cambio real,

$$\widehat{r}e r_t = -(1 - \gamma) \hat{s}_t \quad (10)$$

Todas las variables están expresadas respecto al estado estacionario. De esta forma, se tiene la definición del tipo de cambio real respecto al estado estacionario: $\widehat{r}e r_t = \hat{e}_t + \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t$, donde $\hat{p}_{F,t}$ es el logaritmo del precio relativo del bien externo expresado

en moneda nacional; \hat{p}_t es el logaritmo del índice de precios al consumidor doméstico; y \hat{e}_t es el logaritmo del tipo de cambio nominal.

E. Regla de política monetaria

Para completar el modelo en economías pequeñas y abiertas se necesita introducir una ecuación de una tasa de interés determinada mediante una regla de política monetaria o función de reacción. El procedimiento operativo del banco central consiste en administrar la tasa de interés a corto plazo para estabilizar tanto el producto como la inflación a fin de restablecer completamente el equilibrio de precios flexibles (Svensson, 2005).

En esta investigación, se utiliza una regla de política monetaria simple, en lugar de la regla óptima bajo compromiso y discreción porque las economías centroamericanas se encuentran en una etapa temprana de implementación de metas de inflación. De esta forma, en lugar de derivar la regla de política monetaria óptima minimizando una función de pérdida de bienestar social, se utiliza una regla de Taylor simple:

$$\hat{r}_t = \delta^\pi \hat{\pi}_{H,t} + \delta^y \hat{y}_t \quad (11)$$

Donde δ^π es la magnitud de la respuesta de la tasa de interés al objetivo de inflación en la regla de Taylor; δ^y magnitud de la respuesta de la tasa de interés a la brecha del producto. Siguiendo la convención habitual, se fija tanto la tasa de inflación objetivo como la brecha de producto objetivo igual a cero. La función de reacción explica cómo el banco central cambia su tasa de interés a corto plazo (\hat{r}_t) en respuesta a los cambios en la tasa de inflación doméstica y la brecha del producto (es decir, las desviaciones del estado estacionario).

IV. Análisis de shocks de términos de intercambio

El análisis del modelo sobre shocks anticipados y no anticipados sigue a Davis (2007), Khan y Tsoukalas (2012), Schmitt-Grohé y Uribe (2012), y Avdjiev (2016). En este sentido, como el modelo presentado no tiene solución cerrada, por diversas razones, se usan supuestos simplificadores, más específicamente: i) nivel tecnológico es 1 ($a_t = 0$), ii) $\hat{r}_t^* - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* = 0$, (iii) el shock externo de los términos de intercambio es una variable estocástica pura, (iv) $\hat{y}_t^* = 0$, y (v) se asume que los procesos exógenos tienen coeficiente de persistencia igual a cero ($\theta_M = 0$, $\delta = 0$), y (vi) se supone que todos los

shocks del modelo tienen media incondicional igual a cero, excepto el shock de términos de intercambio.

Además, se asume en (4) que \bar{s}_t es un proceso gobernado con la siguiente estructura de shocks anticipados y no anticipados:

$$\bar{s}_t = \varepsilon_t^0 + \varepsilon_{t-1}^1 + \varepsilon_{t-2}^2 + \varepsilon_{t-3}^3 + \dots \dots \dots \quad (12)$$

Donde ε_{t-k}^k para $k=1,2,3,\dots$ puede ser interpretado como un shock anticipado, mientras tanto ε_{t-k}^k para $k=0$, puede interpretarse como un shock convencional no anticipado o sorpresivo, ya que el shock aparece en el conjunto de información del agente representativo en el período en que ocurre.

A. Análisis de shocks no anticipados de términos de intercambio

Dado que se considera un shock no anticipado, se asume que $\bar{s}_t = \varepsilon_t^0$, con lo cual, una solución de prueba mediante el método de coeficientes indeterminados es de la siguiente manera:

$$\hat{y}_t = A\varepsilon_t^0; \hat{s}_t = B\varepsilon_t^0; \hat{\pi}_{H,t} = C\varepsilon_t^0 \quad (13)$$

$$\text{De (10) se obtiene } r\widehat{\pi}_{t+1} = -(1-\gamma)\hat{s}_t = -(1-\gamma)B\varepsilon_t^0$$

Así, la solución de prueba implica

$$E_t\hat{y}_{t+1} = E_t\hat{s}_{t+1} = E_t\hat{\pi}_{H,t+1} = E_t r\widehat{\pi}_{t+1} = 0 \quad (14)$$

Usando las soluciones de prueba y sus soluciones (14) con las ecuaciones IS (5), Phillips (7), Paridad descubierta de tasa de interés (8), la regla de política monetaria (11), y la aplicación del método de coeficientes indeterminados (ver anexo I), da como resultado los valores de A, B, y C. Luego estos valores se sustituyen en la solución de prueba (14), lo cual permite realizar un ejercicio de estática comparativa para estudiar el impacto de un shock externo no anticipado de términos de intercambio (imprevisto):

$$\frac{\partial \hat{y}_t}{\partial \varepsilon_t^0} = A = \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_2}{(\gamma-1)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (15)$$

$$\frac{\partial \hat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_t^0} = C = -\frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_3}{(1-\gamma)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (16)$$

$$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial \varepsilon_t^0} = -(1-\gamma) \frac{ds_t}{d\varepsilon_t^0} = -(1-\gamma)B = -(1-\gamma)(\delta^\pi C + \delta^y A) \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial \varepsilon_t^0} = & - \left(\gamma^* \eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma} \right) (1-\gamma)B + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) C \\ & + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \right) - \frac{\gamma}{1-\gamma} A \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{Donde } \Delta_1 = 1 + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma(1-\eta)}{1-\gamma} + (\theta^y \sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^\pi \quad (19)$$

$$\Delta_2 = \left(\gamma^*(1-\eta) + \delta^\pi \left((\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)(1-\gamma) + \gamma^* \eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma} \right) \right) \quad (20)$$

$$\Delta_3 = 1 - \delta^\pi \left((\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)(1-\gamma) + \gamma^* \eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma} \right) \quad (21)$$

$$\Delta_4 = \left(\theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) - (\theta^y \sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^y \right) \quad (22)$$

En anexos, se obtienen los signos para que el sistema sea estable ($\Delta_1 < 0, \Delta_2 < 0, \Delta_3 < 0, \Delta_4 > 0$). En el siguiente cuadro se resumen los resultados del efecto de un shock externo no anticipado de términos de intercambio:

Cuadro 2-c: Efecto de un shock no anticipado de términos de intercambio

Efecto	Descripción (Shock positivo no anticipado)
$\frac{\partial \widehat{y}_t}{\partial \varepsilon_t^0} > 0$	Una mejora imprevista de términos de intercambio incrementa el producto interno bruto
$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_t^0} > 0$	Una mejora imprevista de términos de intercambio incrementa la inflación doméstica
$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial \varepsilon_t^0} < 0$	Una mejora imprevista no anticipada de términos de intercambio aprecia el tipo de cambio real
$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{d\varepsilon_t^0} > 0$	Una mejora imprevista de términos de intercambio mejora la balanza comercial

Fuente: Elaboración propia

En términos intuitivos, una mejora en los términos de intercambio tiene un efecto directo sobre la demanda de exportados, que a su vez tiende a aumentar los precios domésticos. De igual forma, una mejora de los términos de intercambio presiona una mayor demanda doméstica de bienes (por efecto riqueza), y a su vez presiona a la

inflación doméstica. Una mayor demanda doméstica, incrementa el consumo, y por ende el producto.

Luego, *ceteris paribus*, el tipo de cambio real debería apreciarse. En el último caso, un shock positivo no anticipado de los términos de intercambio mejoraría la balanza comercial o exportaciones netas. Este resultado se deriva del hecho de que, en este caso, el efecto precio negativo de la apreciación de la moneda no domina el efecto cantidad positivo, y por lo tanto, las exportaciones netas mejoran.

De esta forma, bajo competencia imperfecta la demanda de bienes domésticos en el resto del mundo se hace elástica al inverso de los términos de intercambio. En consecuencia, la cantidad de bienes exportados disminuyen (*ceteris paribus*) con una disminución de los términos de intercambio. Sin embargo, no es trivial que el ingreso por exportaciones disminuya, lo cual, depende de su elasticidad. Además, este es un resultado de la combinación de parámetros desarrollados en el modelo. Se debe tener en cuenta que ante un shock de términos de intercambio temporal y un equilibrio estable, todas las variables (incluida las exportaciones netas) retornarían al estado estacionario en el largo plazo.

B. Análisis de shocks anticipados de términos de intercambio

Sin pérdida de generalidad, en esta sección se asume que todos los agentes anticipan un aumento de los términos de intercambio. Para resolver el modelo analíticamente, se asume que se tiene la siguiente solución de prueba mediante el método de los coeficientes indeterminados:

$$\hat{y}_t = \gamma^y + A\varepsilon_{t-k}^k; \hat{s}_t = \gamma^s + B\varepsilon_{t-k}^k; \hat{\pi}_{H,t} = \gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k \quad (23)$$

Donde k es el número de períodos antes de que se disponga de información sobre el aumento futuro del shock de los términos de intercambio. Los primeros términos en el lado derecho de cada ecuación de la solución de prueba (γ^y , γ^s , y γ^π) es el efecto del cambio anticipado de los términos de intercambio sobre la variable relevante en el período de tiempo actual, mientras que el segundo término captura el efecto de los términos de intercambio que se realizaría en el tiempo $t+k$. De esta manera, se dividen ambos efectos. Como los agentes anticipan un aumento de los términos de intercambio de tamaño m con k períodos de anticipación: $E_t \varepsilon_{t-k-1}^{k+1} = m$.

La aplicación de las soluciones de prueba (23) con las ecuaciones IS (5), Phillips (7), Paridad descubierta de tasa de interés (8), la regla de política monetaria (11), y la aplicación del método de coeficientes indeterminados (ver anexo J), da como resultado los valores de A, B, C, γ^y , γ^s , y γ^π , más específicamente:

$$\gamma^\pi = \frac{\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\right) mC - \left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y\right) mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1 - \eta)}{1 - \gamma}\right]} \quad (24)$$

$$\gamma^y = \frac{(1 - \delta^\pi)\gamma^\pi + (C - B)m}{\delta^y} \quad (25)$$

$$\gamma^s = Bm \quad (26)$$

Adicionalmente, se obtienen los valores del tipo de cambio real y la balanza comercial (ver anexos):

$$r\widehat{er}_t = -(1 - \gamma)(Bm + B\varepsilon_{t-k}^k) = -(1 - \gamma)Bm - (1 - \gamma)B\varepsilon_{t-k}^k \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \widehat{tb}_t = & -(1 - \gamma) \left(\gamma^*\eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)}{1 - \gamma} \right) (Bm) + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) (\gamma^\pi) - \frac{\gamma}{1 - \gamma} (\gamma^y) \\ & + \left[-(1 - \gamma) \left(\gamma^*\eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)}{1 - \gamma} \right) B + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) C - \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) A \right. \\ & \left. + \left(\gamma^*\eta + \frac{\gamma\gamma^*\eta}{1 - \gamma} \right) \right] \varepsilon_{t-k}^k \end{aligned} \quad (28)$$

Para el desarrollo del análisis, primero se estudia el efecto inmediato de un shock positivo y anticipado de los términos de intercambio sobre cada variable (vinculados a γ^y , γ^s , y γ^π); luego la parte del efecto concerniente al período en el que realmente ocurre el shock anticipado (vinculados a los valores A, B, y C), los valores que coinciden con los shocks no anticipados, lo cual es intuitivo porque es la parte que mide el efecto cuando ocurre el shock anticipado. De esta manera, se cuantifica el primer efecto (ver anexos) referente al impacto de un shock externo anticipado de términos de intercambio de tamaño m con períodos k anticipados sobre de las variables en el momento actual (efecto inmediato):

$$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial m} = \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} = \frac{\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\right) m - \left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y\right) m}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1 - \eta)}{1 - \gamma}\right]} \quad (29)$$

$$\frac{\partial \hat{y}_t}{\partial m} = \frac{\partial \gamma^y}{\partial m} = \frac{(1 - \delta^\pi) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} + (C - B)}{\delta^y} \quad (30)$$

$$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial m} = -(1 - \gamma)B \quad (31)$$

$$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m} = -(1 - \gamma) \left(\gamma^* \eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^* \eta)}{1 - \gamma} \right) B + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} - \frac{\gamma}{1 - \gamma} \frac{\partial \gamma^y}{\partial m} \quad (32)$$

$$\frac{\partial \hat{s}_t}{\partial m} = \gamma^s = B \quad (33)$$

Según el análisis de signos (ver anexos) se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 2-d: Efecto de un shock anticipado de términos de intercambio

Shock	Descripción (Un shock positivo y anticipado de los términos de intercambio (de tamaño m))
$\frac{\partial \hat{s}_t}{\partial m} > 0$	Mejora actual de los términos de intercambio.
$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial m} > 0$	Aumento inmediato en la inflación doméstica y la mejora actual de los términos de intercambio.
$\frac{\partial \hat{y}_t}{\partial m} > 0$	Aumento inmediato del producto real y la mejora actual de los términos de intercambio.
$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial m} < 0$	Una apreciación inmediata del tipo de cambio real y la mejora actual de los términos de intercambio.
$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m} < 0$	Deteriora en el momento inmediato a la balanza comercial.

Fuente: Elaboración propia

Se debe señalar que, esta es solo una parte del shock anticipado, ya que de (29) y (33) mostrados en la tabla anterior, se obtiene el efecto inmediato de un shock positivo y anticipado de los términos de intercambio sobre cada variable. La otra parte del efecto es el concerniente al período en el que realmente ocurre el shock anticipado, lo que sumaría el efecto total del shock. En particular, como se muestra en anexos, la segunda parte coincide con la analizada con los shocks no anticipados de la sección anterior, más específicamente:

$$\frac{\partial \hat{y}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = A = \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_2}{(\gamma - 1)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (34)$$

$$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = C = - \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_3}{(1 - \gamma)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (35)$$

$$\frac{\partial r \widehat{e} r_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = -(1-\gamma) \frac{d \hat{s}_t}{d \varepsilon_t^0} = -(1-\gamma) B = -(1-\gamma) (\delta^\pi C + \delta^y A) \quad (36)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \widehat{t} b_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = & -(1-\gamma) \left(\gamma^* \eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma} \right) B + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) C \\ & - \left(\frac{\gamma}{1-\gamma} \right) A + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \right) \end{aligned} \quad (37)$$

En el anexo J, se obtienen los signos para que el sistema sea estable ($\Delta_1 < 0, \Delta_2 < 0, \Delta_3 < 0, \Delta_4 > 0$). Del análisis realizado se obtiene:

$$\frac{\partial \widehat{y}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0, \frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0, \frac{\partial r \widehat{e} r_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} < 0, \frac{\partial \widehat{t} b_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0$$

Como se observa el signo del efecto inmediato de (27) y (31) y el efecto cuando ocurre realmente el shock de (34) y (37), son las mismas con excepción de la balanza comercial. Un primer resultado de comparación es que todos los efectos de los shocks anticipados de todas las variables tendrían una magnitud superior respecto a los no anticipados (excepto con la balanza comercial, donde dependerá de las condiciones del resto de parámetros). En este sentido, el efecto total de una mejora de los términos de intercambio de forma anticipada se resume en una mayor demanda de exportados y demanda doméstica de bienes (por efecto riqueza), lo que presiona a la inflación doméstica. Una mayor demanda doméstica, expande el producto. Además, el efecto precio no es suficiente para superar el efecto del tipo de cambio nominal y, por lo tanto, el tipo de cambio real se aprecia.

Ahora bien, donde hay diferencias en el caso de la balanza comercial, estudiados en investigaciones previas mediante el comportamiento de la curva J, observado por primera vez por Magee (1973). Así, la balanza comercial mejora cuando el shock realmente ocurre, con lo cual, la balanza comercial permanece con un deterioro (o negativa) hasta el momento de la realización del shock, pero en el momento $t + k$, la balanza mejora (incluso se puede volver positiva). En otras palabras, la balanza comercial se deteriora tan pronto como se dispone de información sobre el shock anticipado de términos de intercambio. Sin embargo, la balanza comercial mejora cuando realmente ocurre el shock anticipado. Esto describe, el fenómeno de la curva J.

V. Conclusiones

Usualmente (si hay competencia perfecta) se consideran los términos de intercambio completamente exógenos, lo cual no se puede hacer directamente en modelos nuevos keynesianos (como en Galí y Monacelli, 2005). Este trabajo contribuye a la teoría macroeconómica mediante la caracterización de un shock externo de los términos de intercambio usando modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos de estilo nuevo keynesiano. Así, esta investigación brinda un aporte distintivo a la literatura para economías en desarrollo, cuando mantiene las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano y al mismo tiempo se plantea la forma de estudiar un shock externo de términos de intercambio.

Este ensayo muestra que que usualmente se ha hecho por otros autores, como el clásico Galí y Monacelli (2005) en modelos nuevos keynesianos, es definir los términos de intercambio se definen como el cociente entre el índice de precios extranjero y el índice de precios doméstico. Sin embargo, el índice de precios domésticos tiene rigideces, con lo cual, no se puede definir directamente un shock de los términos de intercambio. La competencia imperfecta hace que la demanda de bienes domésticos en el resto del mundo sea elástica al inverso de los términos de intercambio. En consecuencia, la cantidad de bienes exportados disminuyen (*ceteris paribus*) con una disminución de los términos de intercambio. Sin embargo, no es trivial que el ingreso por exportaciones disminuya, lo cual, depende de su elasticidad.

Ahora bien, al modificar Galí y Monacelli (2005) para lograr caracterizar en shock de términos de intercambio, los resultados muestran que la dirección del efecto es parecida entre shocks no anticipados y anticipados. Así, una mejora en los términos de intercambio tiene un efecto directo sobre la demanda de exportados, que a su vez tiende a aumentar los precios domésticos. De igual forma, una mejora de los términos de intercambio presiona una mayor demanda doméstica de bienes (por efecto riqueza), y a su vez presiona a la inflación doméstica. Una mayor demanda doméstica, incrementa el consumo, y por ende el producto. Además, el efecto precio no es suficiente para superar el efecto del tipo de cambio nominal y, por lo tanto, *ceteris paribus*, el tipo de cambio real debería apreciarse. Sin embargo, los efectos de la balanza comercial denotan el fenómeno de la curva J, al tiempo que depende de otros factores macroeconómicos. Así, la balanza comercial se deteriora tan pronto como se dispone de información sobre el shock

anticipado de términos de intercambio, pero la balanza comercial mejora cuando realmente ocurre el shock anticipado.

Ahora bien, la magnitud de todos los shocks anticipados de todas las variables tendría una magnitud superior respecto a los no anticipados (excepto con la balanza comercial), lo cual se vuelve relevante distinguir entre estos de shocks, ya que tienen diferentes implicaciones para el análisis del ciclo económico, un elemento clave para el diseño de política macroeconómica. Esto abre la necesidad de estudiar la aplicación de shocks anticipados y no anticipados de términos de intercambio aplicando la caracterización original que se plantea en este ensayo, y dar un nuevo aporte a la discusión teórica para modelos macroeconómicos en economías pequeñas y abiertas de países en desarrollo.

VI. Referencias bibliográficas

Aguiar, M. and Gopinath G. (2007). *Emerging market business cycles: The cycle is the trend*. Journal of Political Economy.

Beveridge, W. (1909). *Unemployment: A Problem of Industry*. Longmans Green, London.

Avdjiev, S. (2016). *News Driven Business Cycles and Data on Asset Prices in Estimated DSGE Models*. Review of Economic Dynamics.

Bahmani-Oskooee, M. (1985). *Devaluation and the J-Curve: Some Evidence from LDCs*. Review of Economics and Statistics.

Beaudry, P. and Portier, F. (2004). *An exploration into Pigou's theory of cycles*. Journal of Monetary Economics.

Beaudry, P. and Portier, F. (2006). *Stock Prices, News, and Economic Fluctuations*. American Economic Review.

Beaudry, P., Dupaigne, M., and Portier, F. (2008). *The International Transmission of News Shocks*. Toulouse School of Economics.

Beaudry, P., Dupaigne, M., and Portier, F. (2011). *Modeling News-Driven International Business Cycles*. Review of Economic Dynamics

Beaudry, P. and Lucke, B. (2010). *Letting Different Views about Business Cycles Compete*. National Bureau of Economic Research.

Best, G. and Kapinos, P. (2016). *Monetary Policy and News Shocks: Are Taylor Rules Forward-Looking?* Journal of Macroeconomics.

Christiano, J., Ilut, C., Motto, R., and Rostagno, M. (2008). *Monetary Policy and Stock Market Boom-Bust Cycles*. European Central Bank Working Paper.

Clark, J. (1934). *Strategic Factors in Business Cycles*. National Bureau of Economic Research.

Cochrane, J. (1994). *Shocks*. Carnegie–Rochester Conference Series on Public Policy.

Cochrane, J. (1997). *Where is the market going? Uncertain facts and novel theories*. Economic Perspectives.

Davis, M. (2007). *News and the Term Structure in General Equilibrium*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1022631>

Den Haan, W. and Kaltenbrunner, G. (2009). *Anticipated Growth and Business Cycles in Matching Models*. Journal of Monetary Economics.

Dixit, A. and Stiglitz, J. (1977). *Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity*. The American Economic Review.

Durdu, B. (2012). *Emerging Market Business Cycles: The Role of Labor Market Frictions*. IMF Working Papers.

Fujiwara, I., Hirose, Y., and Shintani, M. (2011). *Can News Be a Major Source of Aggregate Fluctuations? A Bayesian DSGE Approach*. Journal of Money, Credit and Banking.

Friedman, M. (1968). *The Role of Monetary Policy*. American Economic Review.

Galí, J. and Monacelli, T. (2005). *Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy*. Review of Economics Studies.

Garcia-Cicco, J., Pancrazi, R., and Uribe, M. (2010). *Real Business Cycles in Emerging Countries?* American Economic Review.

Jaimovich, N. and Rebelo, S. (2009). *Can News About the Future Drive the Business Cycle?* American Economic Review.

Junz, H. and Rhomberg, R. (1973). *Price Competitiveness in Export Trade among Industrial Countries*. American Economic Review, Paper and Proceedings.

Khan, H. and Tsoukalas, J. (2012). *The Quantitative Importance of News Shocks in Estimated DSGE Models*. Journal of Money, Credit and Banking.

Lucas, R. (1972). *Expectations and the Neutrality of Money*. Journal of Economic Theory.

Magee, S. (1973). *Currency Contracts, Pass-Through, and Devaluation*. Brookings Papers on Economic Activity.

Mendoza, E. (1995). *The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations*. International Economic Review.

Milani, F. and Treadwell, J. (2012). *The Effects of Monetary Policy “News” and “Surprises”*. Journal of Money, Credit and Banking.

Phelps, E. (1967). *Phillips Curves, Expectations of Inflation and Optimal Unemployment over Time*. *Economica*,

Phelps, E. (1968). *Money-Wage Dynamics and Labor-Market Equilibrium*. Journal of Political Economy.

Pigou, A. C. (1927). *Industrial Fluctuations*. The Economic Journal.

Romer, P. (1994). *The Origins of Endogenous Growth*. The Journal of Economic Perspectives.

Schmitt-Grohé, S. and Uribe, M. (2012). *What is News in Business Cycles?* Econometrica.

Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2018): *How Important Are Terms Of Trade Shocks?* International Economic Review.

Svensson, J. (2005). *Eight Questions about Corruption.* The Journal of Economic Perspectives.

Taylor, J. (1980). *Aggregate Dynamics and Staggered Contracts.* Journal of Political Economy.

Zeev, N., Pappa, E., and Viccondoa, A. (2017). *Emerging economies business cycles: The role of commodity terms of trade news.* Journal of International Economic.

VII. Anexos

A. Decisión intratemporal de los hogares

La economía posee cuatro agentes que toman decisiones en base a la maximización de una función objetivo: hogares, productores domésticos e importadores, el gobierno, y el Banco Central. Los hogares toman tres decisiones en un escenario estocástico: (a) la asignación de recursos al consumo de distintos bienes de consumo en cada periodo, (b) el diseño de un plan de consumo intertemporal (ahorro), y (c) la decisión de cuántas horas de trabajo ofrecer. El gasto del gobierno está compuesto solamente por bienes domésticos, y es financiado con impuestos de suma fija.

En este sentido, como se considera que hay sustitución imperfecta entre los bienes (domésticos e importados), los hogares deben solucionar previamente un problema intratemporal de minimización de gastos. De esta forma, se define un bien de consumo compuesto (c_t) que suma los bienes finales domésticos ($c_{H,t}$) e importados ($c_{F,t}$) con la forma de una CES:

$$c_t = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\eta}} (c_{H,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (\gamma)^{\frac{1}{\eta}} (c_{F,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (1 *)$$

$$\text{Con } c_{H,t} = \left(\int_0^1 c_{H,t}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}; c_{F,t} = \left(\int_0^1 c_{i,t}(j)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} dj \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}; c_{i,t} = \left(\int_0^1 c_{i,t}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$

donde $\gamma \in (0,1)$ es el grado de apertura medido por la participación de las importaciones en el consumo; η mide la elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes domésticos e importados, desde el punto de vista de los consumidores nacionales; ε denota la elasticidad de sustitución entre bienes diferenciados (producido dentro de

cualquier país); κ mide la sustituibilidad entre bienes producidos en diferentes países extranjeros.

Se debe señalar que la elasticidad de sustitución entre los bienes producidos en el país y en el extranjero es un parámetro clave en todos los modelos macroeconómicos de economía abierta, ya que rige la balanza comercial y los términos de intercambio, y afecta el grado en que las perturbaciones pueden transmitirse a través de los países. Con η muy cerca de 1, el parámetro γ es exactamente igual a la proporción de los bienes importados (extranjeros) en el gasto de consumo del hogar i .

La restricción presupuestaria es:

$$P_{H,t}c_{H,t} + P_{F,t}c_{F,t} = Z_t \quad (2 *)$$

donde $P_{H,t}$ es el precio del bien domestico expresado en moneda nacional; $P_{F,t}$ es el precio del bien externo expresado en moneda nacional; y Z_t es un nivel dado de gasto. La optimización intratemporal de (1) sujeto a (2) da las siguientes demandas relativas:

$$c_{H,t} = (1 - \gamma)(\tilde{p}_{H,t})^{-\eta} c_t \quad (3 *)$$

$$c_{F,t} = \gamma(\tilde{p}_{F,t})^{-\eta} c_t \quad (4 *)$$

Donde $\tilde{p}_{H,t} = \frac{P_{H,t}}{p_t}$ y $\tilde{p}_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{p_t}$ son los precios relativos domésticos e importados, respectivamente; y $p_t = \left[(1 - \gamma)(P_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(P_{F,t})^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}$ representa el índice de precios al consumidor a nivel interno (IPC).

Luego, se sustituye (3) y (4) en (1)

$$(1 - \gamma)(p_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(p_{F,t})^{1-\eta} = 1 \quad (5 *)$$

B. Decisión intertemporal de los hogares

Se considera un hogar representativo que consume bienes y servicios, acumula activos de capital invertidos, posee bonos nacionales y extranjeros, cuyo pago puede considerarse como ahorros del período anterior, y suministra cierta cantidad de trabajo a empresas. Además, los hogares reciben salarios de acuerdo con las horas trabajadas, transferencias sociales, y pagos de bonos. El hogar representativo maximiza la utilidad

esperada que está determinada por el consumo de bienes y servicios, la oferta laboral y los saldos reales.

Las preferencias del hogar representativo están representadas mediante la siguiente función de utilidad del tipo con aversión relativa al riesgo constante (CRRA, por sus siglas en inglés):

$$U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{c_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{h_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right) \quad (6 *)$$

Donde E_0 denota la expectativa condicional en el momento cero; $\beta \in (0,1)$ es el factor de descuento intertemporal; c_t es un índice de consumo compuesto de bienes domésticos e importados; h_t denota la oferta de trabajo; σ es la elasticidad inversa de la sustitución intertemporal; φ es la elasticidad inversa de la oferta de trabajo con respecto a la tasa salarial real. Como es usual, se asume que $0 < \beta < 1, \sigma > 0, \varphi > 0$. En general, la restricción presupuestaria secuencial tiene la forma

$$\begin{aligned} \int_0^1 p_{H,t}(j)c_{H,t}(j)dj + \iint_0^1 p_{i,t}(j)c_{i,t}(j)dj di + E_t Q_{t,t+1} b_{t+1} \\ = b_t + p_t w_t h_t - p_t t_t + p_t \Gamma_t \end{aligned}$$

Donde $Q_{t,t+1}$ es el factor de descuento estocástico para los pagos nominales de un período por delante relevantes para el hogar doméstico; $E_t Q_{t,t+1} = \frac{1}{r_t}$; b_t es la tenencia de bonos domésticos y pagan una tasa de interés domestica bruta de r_t ; w_t es el salario real; t_t son los impuestos de suma fija; y Γ_t son los beneficios reales. Si se hace uso de $\int_0^1 p_{H,t}(j)c_{H,t}(j)dj = p_{H,t} c_{H,t}$, $\iint_0^1 p_{i,t}(j)c_{i,t}(j)dj di = p_{F,t} c_{F,t}$, (2*), (3*), y (4*) se obtiene una restricción secuencial equivalente del hogar

$$p_t c_t + b_t = r_{t-1} b_{t-1} + p_t w_t h_t - p_t t_t + p_t \Gamma_t \quad (7 *)$$

Donde c_t es el consumo real del hogar. Las condiciones de optimalidad de primer orden de los hogares provenientes de maximizar (6*) sujeto a (7*) mediante el método de lagrange para cada una de las variables de decisión están dada por:

$$\text{Consumo: } \lambda_t = c_t^{-\sigma} \quad (8 *)$$

$$\text{Bonos dom\u00e9sticos: } \lambda_t = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} r_t \frac{p_t}{p_{t+1}} \right) \quad (9 *)$$

$$\text{Trabajo: } h_t^\varphi = \lambda_t w_t \quad (10 *)$$

Donde λ_t es el multiplicador del lagrangeano y representa la utilidad marginal del consumo es λ_t .

Combinando (8*) y (10*), y si se aplica la log linealizaci\u00f3n se obtiene

$$\widehat{w}_t - \widehat{p}_t = \sigma \widehat{c}_t + \varphi \widehat{n}_t \quad (11 *)$$

De la misma forma con (8*) y (9*) se obtiene

$$\widehat{c}_t = E_t \widehat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (\widehat{r}_t - E_t \widehat{\pi}_{t+1}) \quad (12 *)$$

C. Empresas de bienes finales

Se supone que la econom\u00eda tiene dos tipos de empresas: una empresa productora de bienes finales representativa y un continuo de empresas productoras de bienes intermedios. Las empresas representativas perfectamente competitivas del bien final utilizan una tecnolog\u00eda de producci\u00f3n de Dixit y Stiglitz (1977), para producir el valor agregado del bien final dom\u00e9stico, $y_{H,t}$, combinando una gran cantidad de bienes diferenciados, $y_{Hi,t}$, a su vez producidos por empresas monopol\u00edsticamente competitivas. El bien final, $y_{H,t}$ se produce agrupando los bienes intermedios de la siguiente manera:

$$y_{H,t} = \left[\int_0^1 (y_{Hi,t})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (13 *)$$

donde $y_{Hi,t}$ es un producto o bien intermedio (diferenciado) producido por la firma intermedia i cuyo precio es $P_{Hi,t}$ con $i \in [0,1]$, y $\varepsilon > 1$ mide la elasticidad precio constante de la demanda para cada bien intermedio o elasticidad de sustituci\u00f3n intratemporal entre bienes diferenciados, y representa el poder de mercado de las empresas que producen bienes intermedios. Adem\u00e1s, se utiliza para determinar el margen o precio mark-up en productos diferenciados, con lo cual, equivale a dar un valor al mark-up del precio de los bienes que fijan las empresas sobre el coste marginal de producci\u00f3n.

El problema de la empresa productora de bienes finales es maximizar sus beneficios:

$$P_{H,t}y_{H,t} - \int_0^1 P_{Hi,t}y_{Hi,t}di \quad (14 *)$$

Sujeto a (13*), donde se obtiene la demanda de un bien diferenciado i

$$y_{Hi,t} = \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} y_{H,t} \quad (15 *)$$

La expresión (15*) denota que la demanda de un bien intermedio i es decreciente con respecto a su precio relativo y creciente con respecto a la producción doméstica del bien final. Ahora bien, el supuesto de competencia perfecta en el mercado de bienes finales permite derivar el precio del bien final. En este sentido, se deriva una expresión para el nivel de precio $P_{H,t}$ en función del precio de los bienes intermedios ($P_{Hi,t}$). El nivel de precios se define como el precio de una unidad del bien final. Por lo tanto, se debe minimizar el gasto $\int_0^1 P_{Hi,t}y_{Hi,t}di$ sujeto a $y_{H,t}=1$, dando como resultado:

$$P_{H,t} = \left[\int_0^1 (P_{Hi,t})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (16 *)$$

Ahora bien, se puede demostrar que los beneficios reales son cero en equilibrio ($\Gamma_t^F = 0$).

D. Empresas de bienes intermedios

Hay un continuo de firmas indexadas $i \in (0,1)$ produciendo una variedad del bien doméstico que es un sustituto imperfecto de las variedades producidas por otras empresas. Dada la sustituibilidad imperfecta, las empresas son monopolísticamente competitivas en el mercado de bienes y enfrentan una función de demanda de bienes con pendiente negativa. Los bienes diferenciados se producen utilizando trabajo, $h_{i,t}$, que se combinan en una función de producción de Cobb-Douglas, más específicamente una empresa típica de la economía nacional produce un bien diferenciado con una tecnología lineal representada por la función de producción.

$$y_{Hi,t} = A_t h_{i,t} \quad (17 *)$$

Donde A_t es la productividad total de los factores, y sigue un proceso exógeno: $\log A_t \equiv a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t$. En este sentido, se define el costo marginal nominal de las empresas como: $MC_t^n = \frac{(1-\tau)w_t}{A_t}$. Por lo tanto, el costo marginal real (expresado en términos de precios domésticos) será común entre las empresas nacionales y estará dado en términos logarítmicos como $mc_t = -\log(1 - \tau) + w_t - p_{H,t} - a_t$.

Luego se reescribe como $mc_t = -\log(1 - \tau) + (w_t - p_t) + (p_t - p_{H,t} - a_t)$, y usando (11*)

$$mc_t = -\log(1 - \tau) + \sigma \hat{c}_t + \varphi \hat{y}_t + (p_t - p_{H,t}) - (1 + \varphi)a_t \quad (18 *)$$

Ahora bien, como las empresas operan bajo competencia monopolística, fijan el precio de su propio bien sujeto a la demanda de bienes finales. Así, uno de los principios básicos de la economía Nueva Keynesiana es que los precios no son perfectamente flexibles a corto plazo. Hay una gran cantidad de razones para que la empresa cobre un nivel de precio diferente del nivel de precio óptimo, generalmente derivado como un margen de ganancia constante sobre el costo marginal.

E. Sector externo

Al explorar el canal comercial de transmisión de perturbaciones externas, se considera los efectos de los términos de intercambio en las economías, donde se tiene la apertura de estas economías y la dependencia de los mercados de materias primas (commodities). En principio, se supone que $P_{F,t} \equiv e_t P_{F,t}^*$. Además, dado que la economía nacional es suficientemente pequeña respecto de la economía extranjera, sin pérdida de generalidad se asume $P_{F,t}^* = p_t^*$, con lo cual, el índice de precios de bienes extranjeros (en moneda nacional) coincide con el índice de precios de bienes importados, ajustado por el tipo de cambio:

$$P_{F,t} \equiv e_t p_t^* \quad (19 *)$$

Donde p_t^* es el índice de precios de bienes importados (en moneda extranjera) y e_t es el tipo de cambio nominal.

El tipo de cambio real rer_t está basado directamente con el tipo de cambio nominal multiplicado por la relación de los índices de precios en el país (en moneda nacional) y en el extranjero, más específicamente:

$$rer_t \equiv e_t \frac{p_t^*}{p_t} \quad (20 *)$$

Se supone que la inflación extranjera es constante a lo largo del tiempo:

$$\pi_t^* = \bar{\pi}_t^* \quad (21 *)$$

Al combinar (19) y (20), $\tilde{p}_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{p_t}$ puede ser interpretado como el tipo de cambio real, más específicamente

$$rer_t = \tilde{p}_{F,t} \quad (22 *)$$

De igual forma, se define la balanza comercial, como la diferencia entre exportaciones e importaciones: $tb_t = xp_t - mp_t$

Donde $xp_t = \tilde{p}_{H,t}x_t$ y $mp_t = \tilde{p}_{F,t}m_t$

En principio, se debe considerar que $c_{H,t} = (1 - \gamma)(p_{H,t})^{-\eta}c_t$. Análogamente, se obtiene la demanda doméstica del bien extranjero:

$$m_t \equiv c_{F,t} = \gamma(p_{F,t})^{-\eta}c_t = \gamma(rer_t)^{-\eta}c_t \quad (23 *)$$

Si se usa una expresión simétrica para la demanda externa de bienes domésticos y considerando la caracterización distintiva de este ensayo se tiene:

$$x_t = \gamma^* \left(\frac{P_{H,t}}{e_t P_{X,t}^*} \right)^{-\eta} (y_t^*) = \gamma^* \left(\frac{p_{H,t} p_t^*}{rer_t P_{X,t}^*} \right)^{-\eta} (y_t^*) \quad (24 *)$$

Esta parte es relevante en la investigación, ya que usualmente se consideran los términos de intercambio completamente exógenos, por lo que, como numerario en la demanda externa, se usa a $P_{X,t}^*$. Luego se recuerda que $\log \left(\frac{P_{X,t}^*}{p_t^*} \right) = \delta \log \left(\frac{P_{X,t-1}^*}{p_{t-1}^*} \right) + \bar{s}_t$, y para simplificar, se asume que los procesos exógenos tienen coeficiente de persistencia igual a cero: $\log \left(\frac{P_{X,t}^*}{p_t^*} \right) = \bar{s}_t$. De esta forma, se obtiene la balanza comercial

$$tb_t = \gamma^* p_{H,t}^{1-\eta} (rer_t e^{\bar{s}_t})^\eta (y_t^*) - \gamma (rer_t)^{1-\eta} (c_t) \quad (25 *)$$

Luego, se define la balanza comercial log-linealizada y normalizadas alrededor de su estado estacionario para todas las variables, con excepción del shock aleatorio \bar{s}_t .

$$\hat{t}b_t = \gamma^*(1 - \eta)\hat{\pi}_{H,t} + \gamma^*\eta\widehat{rer}_t + \gamma^*\eta\bar{s}_t + \gamma^*\hat{y}_t^* - \gamma(1 - \eta)\widehat{rer}_t - \gamma\hat{c}_t \quad (26 *)$$

Luego despejando \hat{c}_t de $\hat{y}_t = \hat{c}_t + \hat{t}b_t$, se obtiene

$$\hat{c}_t = \frac{\hat{y}_t}{1 - \gamma} - \frac{\gamma^*(1 - \eta)\hat{\pi}_{H,t}}{1 - \gamma} + \frac{(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)\widehat{rer}_t}{1 - \gamma} - \frac{\gamma^*\eta\bar{s}_t}{1 - \gamma} - \frac{\gamma^*\hat{y}_t^*}{1 - \gamma} \quad (27 *)$$

Ahora para simplificar el análisis, se fija a y_t^* alrededor de su estado estacionario, con lo cual, $\hat{y}_t^* = 0$.

$$\begin{aligned} \hat{t}b_t = & \left(\gamma^*\eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)}{1 - \gamma} \right) \widehat{rer}_t + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) \hat{\pi}_{H,t} \\ & + \left(\gamma^*\eta + \frac{\gamma\gamma^*\eta}{1 - \gamma} \right) \bar{s}_t - \frac{\gamma}{1 - \gamma} \hat{y}_t \end{aligned} \quad (28 *)$$

F. IS Dinámica

Usando la log linealización de la expresión del nivel de precios $p_t = \left[(1 - \gamma)(P_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(P_{F,t})^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}$ alrededor de $P_{H,t} = P_{F,t}$, combinada con la definición de términos de intercambio, se puede simplificar: $\hat{p}_t = \hat{p}_{H,t} - \gamma\hat{s}_t$. Se toman diferencias para obtener una expresión en términos de inflación total y doméstica:

$$\hat{\pi}_t = \hat{\pi}_{H,t} - \gamma\Delta\hat{s}_t \quad (29 *)$$

Esta expresión se sustituye en (12*) junto a (27*) se obtiene la IS dinámica,

$$\begin{aligned} \hat{y}_t = & E_t\hat{y}_{t+1} - \gamma^*(1 - \eta)(E_t\hat{\pi}_{H,t+1} - \hat{\pi}_{H,t}) + (\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)(E_t\widehat{rer}_{t+1} - \widehat{rer}_t) \\ & - \gamma^*\eta(E_t\bar{s}_{t+1} - \bar{s}_t) - \frac{(1 - \gamma)(\hat{r}_t - E_t\hat{\pi}_{H,t+1})}{\sigma} - \frac{\gamma(1 - \gamma)(E_t\hat{s}_{t+1} - \hat{s}_t)}{\sigma} \\ & - \gamma^*(E_t\hat{y}_{t+1}^* - \hat{y}_t^*) \end{aligned} \quad (30 *)$$

Nuevamente, se fija a \hat{y}_t^* alrededor de su estado estacionario, $\hat{y}_t^* = 0$.

$$\begin{aligned} \hat{y}_t = & E_t \hat{y}_{t+1} - \gamma^*(1 - \eta)(E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \hat{\pi}_{H,t}) + (\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)(E_t \widehat{r}_{t+1} - \widehat{r}_t) \\ & - \gamma^*\eta(E_t \bar{s}_{t+1} - \bar{s}_t) - \frac{(1 - \gamma)(\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{H,t+1})}{\sigma} \\ & - \frac{\gamma(1 - \gamma)(E_t \hat{s}_{t+1} - \hat{s}_t)}{\sigma} \end{aligned} \quad (31 *)$$

G. Curva de Phillips

Con Calvo (1983) se asume que cada empresa individual fija su precio con probabilidad $1 - \theta$, cada período, independientemente del tiempo transcurrido desde su último ajuste de precio. Así, cada período una medida $1 - \theta$ de las empresas (seleccionadas al azar) reajustan sus precios, mientras que una fracción θ mantiene sus precios sin cambios. Sea $\bar{P}_{H,t}(j)$ denotar el precio fijado por una empresa j ajustando su precio en el período t . Bajo la estructura de fijación de precios de Calvo $P_{H,t+k} = \bar{P}_{H,t}(j)$, con probabilidad θ^k , para $k=0,1,2,3,\dots$. Dado que todas las empresas que reajustan los precios en un período determinado elegirán el mismo precio, de ahora en adelante se elimina el subíndice j .

Al fijar un nuevo precio en el período t , la empresa j busca maximizar el valor actual de su flujo de dividendos, con la condición de que ese precio sea efectivo:

$$\max_{\bar{P}_{H,t}} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \{ Q_{t,t+k} [y_{t+k} (\bar{P}_{H,t} - MC_{t+k}^n)] \}$$

$$\text{Sujeto a } y_{t+k}(j) \leq \left(\frac{\bar{P}_{H,t}}{P_{H,t+k}} \right)^{-\varepsilon} \left(C_{H,t+k} + \int_0^1 C_{H,t+k}^i \right) \equiv Y_{t+k}^d \bar{P}_{H,t}$$

$$\text{Donde } MC_{t+k}^n = \frac{(1-\tau)W_t}{A_t}. \text{ Además, se recuerda que } Q_{t,t+k} = \beta^k \left(\frac{C_{t+k}}{C_t} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t}{P_{t+k}} \right)$$

De esta manera, se obtiene la siguiente condición de primer orden

$$\sum_{k=0}^{\infty} (\beta\theta)^k E_t \left\{ C_{t+k}^{-\sigma} Y_{t+k} \frac{P_{H,t-1}}{P_{t+k}} \left(\frac{\bar{P}_{H,t}}{P_{H,t-1}} - \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \pi_{t-1,t+k}^H MC_{t+k} \right) \right\} = 0 \quad (32 *)$$

$$\text{Donde } \pi_{t-1,t+k}^H = \frac{P_{H,t+k}}{P_{H,t-1}} \text{ y } MC_{t+k} = \frac{MC_{t+k}^n}{P_{H,t+k}}$$

Linealizando logarítmicamente la condición anterior alrededor del estado estacionario de inflación cero con comercio balanceado se obtiene

$$\bar{p}_{H,t} - p_{H,t-1} = \beta\theta E_t\{\bar{p}_{H,t+1} - p_{H,t}\} + \pi_{H,t} + (1 - \beta\theta)\widehat{mc}_t \quad (33 *)$$

Luego si se toma $\widehat{mc}_t = mc_t^n - p_{H,t} + \mu$, con $\mu = \log \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} = -mc$, se obtiene

$$\bar{p}_{H,t} = \mu + (1 - \beta\theta) \sum_{k=0}^{\infty} (\beta\theta)^k E_t mc_{t+k}^n$$

Luego se asume la siguiente dinámica de precios

$P_{H,t} = \left[\theta(P_{H,t-1})^{1-\varepsilon} + (1 - \theta)(P_{H,t})^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$, en forma log linealizada se convierte en $\pi_{H,t} = (1 - \theta)\bar{p}_{H,t} - p_{H,t-1}$, y al combinar esta última expresión con (33*), se obtiene la curva de phillips

$$\pi_{H,t} = \beta E_t \pi_{H,t+1} + \theta^\gamma \widehat{mc}_t \quad (34 *)$$

Donde $\pi_{H,t}$ es la inflación doméstica; $\pi_{H,t+1}$ es la inflación anticipada; \widehat{mc}_t , representa una medida del costo marginal. Donde $\theta^\gamma = \frac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\theta}$. Se supone en (18*) que $\tau = 0$; $\hat{p}_t = \hat{p}_{H,t} - \gamma \hat{s}_t$; $a_t = 0$; $\hat{y}_t^* = 0$.

$$mc_t = \sigma \hat{c}_t + \varphi \hat{y}_t - \gamma \hat{s}_t \quad (35 *)$$

Luego se usa el valor de \hat{c}_t de (27*), más específicamente se obtiene

$$mc_t = \sigma \left(\frac{\hat{y}_t}{1-\gamma} - \frac{\gamma^*(1-\eta)\hat{\pi}_{H,t}}{1-\gamma} + \frac{(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)r\widehat{er}_t}{1-\gamma} - \frac{\gamma^*\eta\bar{s}_t}{1-\gamma} \right) + \varphi \hat{y}_t - \gamma \hat{s}_t$$

$$mc_t = \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) \hat{y}_t - \frac{\gamma^*\sigma(1-\eta)\hat{\pi}_{H,t}}{1-\gamma} + \frac{\sigma}{1-\gamma} (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)r\widehat{er}_t - \frac{\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma} \bar{s}_t - \gamma \hat{s}_t \quad (36 *)$$

H. Paridad descubierta de tasa de interés

Bajo el supuesto de mercados financieros internacionales completos, el precio de equilibrio (en términos de moneda nacional) de un bono sin riesgo denominado en moneda extranjera viene dado por $e_{i,t}(r_t^i)^{-1} = E_t Q_{t,t+1} e_{i,t+1}$. La ecuación de precios

anterior se puede combinar con la ecuación de precios de los bonos nacionales $E_t Q_{t,t+1} = (r_t)^{-1}$ para obtener una versión de la condición de paridad de intereses descubierta:

$$E_t \left\{ Q_{t,t+1} \left[r_t - r_t^i \left(\frac{e_{i,t+1}}{e_{i,t}} \right) \right] \right\} = 0 \quad (37 *)$$

La linealización logarítmica alrededor de un estado estacionario de previsión perfecta y la agregación sobre i , produce la expresión usual:

$$r_t = r_t^* + E_t \Delta e_{t+1} \quad (38 *)$$

Luego usando la relación logarítmica $s_t = p_{H,t} - p_{F,t} = p_{H,t} - e_t - p_t^*$. En este sentido, se utiliza la última expresión para desarrollar $E_t s_{t+1} - s_t$

$E_t s_{t+1} - s_t = E_t \pi_{H,t+1} - E_t \pi_{t+1}^* - E_t \Delta e_{t+1}$. Luego se despeja $E_t \Delta e_{t+1}$:

$$E_t \Delta e_{t+1} = E_t \pi_{H,t+1} - E_t \pi_{t+1}^* - E_t s_{t+1} + s_t \quad (39 *)$$

Finalmente, se sustituye (39*) en (38*) y con respecto al estado estacionario

$$\hat{r}_t = \hat{r}_t^* + E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* - E_t \hat{s}_{t+1} + \hat{s}_t \quad (40 *)$$

Por simplicidad, se supone que $\hat{r}_t^* - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* = 0$. Por lo que la ecuación a utilizar será $\hat{r}_t = E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - E_t \hat{s}_{t+1} + \hat{s}_t$

I. Sistema de coeficientes indeterminados del shock no anticipado

Dado que se considera un shock no anticipado, se asume que $\bar{s}_t = \varepsilon_t^0$, con lo cual, una solución de prueba es de la siguiente manera:

$$\hat{y}_t = A \varepsilon_t^0 ; \hat{s}_t = B \varepsilon_t^0 ; \hat{\pi}_{H,t} = C \varepsilon_t^0$$

De (10) se obtiene $r \widehat{e} \hat{r}_t = -(1 - \gamma) \hat{s}_t = -(1 - \gamma) B \varepsilon_t^0$

En principio, se sustituyen las soluciones de prueba y sus soluciones en la Paridad descubierta de tasa de interés (8), y se supone $\hat{r}_t^* - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* = 0$

$$\hat{r}_t = \hat{s}_t \quad (41 *)$$

Ahora se hace lo mismo en la ecuación IS (5), combinado con (41*),

$$A = -\gamma^*(1-\eta)(-C) + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B - \gamma^*\eta(-1) - \frac{(1-\gamma)(B)}{\sigma} - \frac{\gamma(1-\gamma)(-B)}{\sigma}$$

$$A = \gamma^*(1-\eta)(C) + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B + \gamma^*\eta - \frac{(1-\gamma)(B)}{\sigma} + \frac{\gamma(1-\gamma)(B)}{\sigma}$$

$$A = \gamma^*(1-\eta)(C) + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B + \gamma^*\eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma}B \quad (42 *)$$

Ahora se procede a utilizar la curva de Phillips (7),

$$\hat{\pi}_{H,t} = \beta E_t \hat{\pi}_{H,t+1} + \theta^y \widehat{mc}_t$$

$$mc_t = \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) A \varepsilon_t^0 - \frac{\gamma^* \sigma (1-\eta) C \varepsilon_t^0}{1-\gamma} - \sigma (\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) B \varepsilon_t^0 - \frac{\sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \varepsilon_t^0 - \gamma B \varepsilon_t^0$$

$$C \varepsilon_t^0 = \theta^y \left(\left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) A \varepsilon_t^0 - \frac{\gamma^* \sigma (1-\eta) C \varepsilon_t^0}{1-\gamma} - \sigma (\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) B \varepsilon_t^0 - \frac{\sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \varepsilon_t^0 - \gamma B \varepsilon_t^0 + \log \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)$$

Se aproxima el término $\theta^y \log \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \approx 0$

$$C = \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) A - \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta) C}{1-\gamma} - (\theta^y \sigma (\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) B - \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \quad (43 *)$$

Se prosigue con la regla de política monetaria (11)

$$B \varepsilon_t^0 = \delta^\pi C \varepsilon_t^0 + \delta^y A \varepsilon_t^0$$

$$B = \delta^\pi C + \delta^y A \quad (44 *)$$

El siguiente paso es sustituir (44*) en (43*)

$$C = \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) A - \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta) C}{1-\gamma} - (\theta^y \sigma (\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) (\delta^\pi C + \delta^y A) - \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma}$$

$$C = \frac{\left(\theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) - (\theta^y \sigma (\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^y \right) A - \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma}}{\Delta_1} \quad (45 *)$$

$$\text{Donde } \Delta_1 = 1 + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta)}{1-\gamma} + (\theta^y \sigma (\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^\pi$$

Luego se sustituye (44*) en (42*)

$$A = \gamma^* (1-\eta) C + \left((\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) (1-\gamma) + \gamma^* \eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma} \right) (\delta^\pi C + \delta^y A)$$

$$A = \frac{\Delta_2}{\Delta_3} C \quad (46 *)$$

$$\text{Donde } \Delta_3 = 1 - \delta^\pi \left((\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) (1-\gamma) + \gamma^* \eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma} \right)$$

$$\Delta_2 = \left(\gamma^* (1-\eta) + \delta^\pi \left((\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) (1-\gamma) + \gamma^* \eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma} \right) \right)$$

Ahora sustituyo (46*) en (45*)

$$C = \frac{\left(\theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) - (\theta^y \sigma (\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^y \right) \frac{\Delta_2}{\Delta_3} C - \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta}{1-\gamma}}{\Delta_1}$$

$$C = \frac{-\frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta}{(1-\gamma) \Delta_1}}{1 - \frac{\Delta_2 \Delta_4}{\Delta_1 \Delta_3}} \quad (47 *)$$

$$\text{Donde } \Delta_4 = \left(\theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) - (\theta^y \sigma (\gamma (1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma) \delta^y \right)$$

Luego se sustituye en (46*)

$$A = \frac{-\frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_2}{(1-\gamma)\Delta_1\Delta_3}}{1 - \frac{\Delta_2\Delta_4}{\Delta_1\Delta_3}} \quad (48 *)$$

Ahora se sustituyen (47*) y (48*) en (44*)

$$B = \delta^\pi C + \delta^y A$$

Para estudiar el signo de A, B, y C se debe considerar que $\sigma > 0$, $\eta > 1$, $0 < \gamma < 1$, $\varphi > 0$, $\delta^\pi > 0$ y $\theta^y > 0$ y $0.1 < \theta < 1$ y $0 < \beta < 1$, $\delta^y > 0$, $\delta^\pi > 0$ y $0 < \gamma^* < 1$. Por lo tanto, obsérvese que para que el sistema sea estable $\Delta_1 < 0$. De la misma manera, dado que $\gamma^* \eta > 0$; $(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)(1-\gamma) > 0$; $\eta > 1$, $\gamma^*(1-\eta) < 0$, y $\frac{(1-\gamma)^2}{\sigma}$ es acompañado por un signo negativo, y por ende $\Delta_2 < 0$. De forma análoga, se puede mostrar que $\Delta_3 < 0$, $\Delta_4 > 0$. Se puede volver a escribir C, como

$$C = -\frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_3}{(1-\gamma)(\Delta_1\Delta_3 - \Delta_2\Delta_4)} \quad (49 *)$$

De esta forma, con $\Delta_1\Delta_3 > 0$, $\Delta_2\Delta_4 < 0$, y $\Delta_3 < 0$, entonces $C > 0$. Ahora, se reescribe A como:

$$A = \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_2}{(\gamma-1)(\Delta_1\Delta_3 - \Delta_2\Delta_4)} \quad (50 *)$$

Como en el caso anterior, $\Delta_1\Delta_3 > 0$, $\Delta_2\Delta_4 < 0$, $(\gamma-1) < 0$, y $\Delta_2 < 0$, entonces $A > 0$. Finalmente, se estudia el signo de B:

$$B = \delta^\pi C + \delta^y A$$

Véase que $\delta^y, C, A, \delta^\pi > 0$ entonces $B > 0$

Finalmente, de (28*) se estudia el signo del shock de los términos de intercambio sobre la balanza comercial o exportaciones netas, dada por $\frac{d\widehat{b}_t}{d\varepsilon_t^0} = D$:

$$D = -\left(\gamma^* \eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma}\right)(1-\gamma)B + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma}\right)C + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma}\right) - \frac{\gamma}{1-\gamma}A \quad (51 *)$$

$$D = -\left(\gamma^* \eta(1-\gamma)B - \gamma(1-\eta)(1-\gamma)B - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma}(1-\gamma)B\right) + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma}\right)C + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma}\right) - \frac{\gamma}{1-\gamma}A$$

$$D = -\gamma^* \eta (1-\gamma)^B + \gamma (1-\eta) (1-\gamma)^B + \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma} (1-\gamma)^B + \left(\gamma^* (1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma (1-\eta)}{1-\gamma} \right) C + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \right) - \frac{\gamma}{1-\gamma} A$$

Se recuerda que $\theta^y > 0$; $\sigma > 0$; $0 < \gamma^* < 1$; $\eta > 1$; $0 < \gamma < 1$; $\delta^\pi > 0$; $\delta^y > 0$; $\varphi > 0$, entonces $D > 0$.

J. Sistema de coeficientes indeterminados del shock anticipado

Sin pérdida de generalidad, esta sección comienza bajo el supuesto que todos los agentes anticipan un aumento de los términos de intercambio. Para resolver el modelo analíticamente, se asume que se tiene la siguiente solución de prueba:

$$\hat{y}_t = \gamma^y + A \varepsilon_{t-k}^k; \hat{s}_t = \gamma^s + B \varepsilon_{t-k}^k; \hat{\pi}_{H,t} = \gamma^\pi + C \varepsilon_{t-k}^k \quad (52 *)$$

Donde k es el número de períodos antes de que se disponga de información sobre el aumento futuro del shock de los términos de intercambio. El primer término en el lado derecho de cada ecuación de la solución de prueba es el efecto del cambio anticipado en los términos de intercambio sobre la variable relevante en el período de tiempo actual, mientras que el segundo término captura el efecto del cambio real en los términos de intercambio que se realizaría en el tiempo t + k. Como los agentes anticipan un aumento de los términos de intercambio de tamaño m (k períodos de anticipación): Además, se asume que $\bar{s}_t = \varepsilon_{t-k}^k$, donde $E_t \varepsilon_{t-k-1}^{k+1} = m$.

En principio, se sustituyen las soluciones de prueba y sus soluciones en la Paridad descubierta de tasa de interés (8), y se supone que $\hat{r}_t^* - E_t \hat{\pi}_{t+1}^* = 0$

$$\hat{r}_t = E_t (\gamma^\pi + C \varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) - E_t (\gamma^s + B \varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) + \gamma^s + B \varepsilon_{t-k}^k$$

$$\hat{r}_t = \gamma^\pi + C E_t \varepsilon_{t-k-1}^{k+1} - \gamma^s - B E_t \varepsilon_{t-k-1}^{k+1} + \gamma^s + B \varepsilon_{t-k}^k$$

$$\hat{r}_t = \gamma^\pi + (C - B)m + B \varepsilon_{t-k}^k \quad (53 *)$$

$$\text{De (10) } r \widehat{e r}_t = -(1-\gamma)(\gamma^s + B \varepsilon_{t-k}^k) = -(1-\gamma)\gamma^s - (1-\gamma)B \varepsilon_{t-k}^k \quad (54 *)$$

Ahora se hace lo mismo en la ecuación IS (5), combinado con (53*) y (54*),

$$\begin{aligned}
\gamma^y + A\varepsilon_{t-k}^k &= E_t(\gamma^y + A\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) - \gamma^*(1-\eta)(E_t(\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) - \gamma^\pi - C\varepsilon_{t-k}^k) \\
&+ (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(E_t(-(1-\gamma)\gamma^s - (1-\gamma)B\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) + (1-\gamma)\gamma^s \\
&+ (1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k) - \gamma^*\eta(E_t\varepsilon_{t-k-1}^{k+1} - \varepsilon_{t-k}^k) \\
&\frac{(1-\gamma)(\gamma^\pi + (C-B)m + B\varepsilon_{t-k}^k - E_t(\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}))}{\sigma} \\
&\frac{\gamma(1-\gamma)(E_t(\gamma^s + B\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) - \gamma^s - B\varepsilon_{t-k}^k)}{\sigma}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma^y + A\varepsilon_{t-k}^k &= \gamma^y + Am - \gamma^*(1-\eta)Cm + \gamma^*(1-\eta)C\varepsilon_{t-k}^k \\
&- (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)Bm + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k \\
&- \gamma^*\eta m + \gamma^*\eta\varepsilon_{t-k}^k + \frac{(1-\gamma)}{\sigma}Bm - \frac{(1-\gamma)}{\sigma}B\varepsilon_{t-k}^k - \frac{\gamma(1-\gamma)}{\sigma}Bm \\
&+ \frac{\gamma(1-\gamma)}{\sigma}B\varepsilon_{t-k}^k
\end{aligned}$$

Se obtienen dos ecuaciones, por un lado

$$\begin{aligned}
A\varepsilon_{t-k}^k &= \gamma^*(1-\eta)C\varepsilon_{t-k}^k + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k + \gamma^*\eta\varepsilon_{t-k}^k - \\
&\frac{(1-\gamma)}{\sigma}B\varepsilon_{t-k}^k + \frac{\gamma(1-\gamma)}{\sigma}B\varepsilon_{t-k}^k
\end{aligned}$$

$$A = \gamma^*(1-\eta)C + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B + \gamma^*\eta - \frac{(1-\gamma)}{\sigma}B + \frac{\gamma(1-\gamma)}{\sigma}B$$

$$A = \gamma^*(1-\eta)(C) + (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)B + \gamma^*\eta - \frac{(1-\gamma)^2}{\sigma}B \quad (55*)$$

Luego la segunda ecuación,

$$\begin{aligned}
0 &= Am - \gamma^*(1-\eta)Cm - (\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(1-\gamma)Bm - \gamma^*\eta m + \frac{(1-\gamma)}{\sigma}Bm \\
&- \frac{\gamma(1-\gamma)}{\sigma}Bm \quad (56*)
\end{aligned}$$

De donde se observa que (55*) y (56*) dan la misma ecuación.

Ahora se procede a utilizar la curva de Phillips (7), donde el costo marginal se define como $\widehat{mc}_t = mc_t - mc$. Donde $mc_t = \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\widehat{y}_t - \frac{\gamma^*\sigma(1-\eta)\widehat{\pi}_{H,t}}{1-\gamma} + \frac{\sigma}{1-\gamma}(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)\widehat{r}\widehat{e}r_t - \frac{\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma}\bar{s}_t - \gamma\widehat{s}_t$ y $mc = -\log \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$. Se aproxima $\theta^y \log \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \approx 0$.

$$\begin{aligned} \gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k &= \beta E_t(\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k-1}^{k+1}) \\ &+ \theta^y \left[\left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)(\gamma^y + A\varepsilon_{t-k}^k) - \frac{\gamma^*\sigma(1-\eta)}{1-\gamma}(\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k) \right. \\ &+ \frac{\sigma}{1-\gamma}(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)(-(1-\gamma)\gamma^s - (1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k) - \frac{\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma}\varepsilon_{t-k}^k \\ &\left. - \gamma(\gamma^s + B\varepsilon_{t-k}^k) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k &= \beta\gamma^\pi + \beta mC + \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\gamma^y + \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)A\varepsilon_{t-k}^k - \\ &\frac{\theta^y\gamma^\pi\gamma^*\sigma(1-\eta)}{1-\gamma} - \frac{\theta^y\gamma^*\sigma(1-\eta)}{1-\gamma}C\varepsilon_{t-k}^k - \theta^y\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)\gamma^s - \theta^y\sigma(\gamma(1-\eta) - \\ &\gamma^*\eta)B\varepsilon_{t-k}^k - \frac{\theta^y\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma}\varepsilon_{t-k}^k - \theta^y\gamma\gamma^s - \theta^y\gamma B\varepsilon_{t-k}^k \end{aligned}$$

De esta ecuación, se obtienen dos ecuaciones adicionales

$$\begin{aligned} C\varepsilon_{t-k}^k &= \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)A\varepsilon_{t-k}^k - \frac{\theta^y\gamma^*\sigma(1-\eta)}{1-\gamma}C\varepsilon_{t-k}^k - \theta^y\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)B\varepsilon_{t-k}^k \\ &- \frac{\theta^y\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma}\varepsilon_{t-k}^k - \theta^y\gamma B\varepsilon_{t-k}^k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)A - \frac{\theta^y\gamma^*\sigma(1-\eta)C}{1-\gamma} - (\theta^y\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)B \\ &- \frac{\theta^y\sigma\gamma^*\eta}{1-\gamma} \end{aligned} \quad (57 *)$$

Luego, la segunda ecuación

$$\begin{aligned} \gamma^\pi &= \beta\gamma^\pi + \beta mC + \theta^y \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\gamma^y - \frac{\theta^y\gamma^\pi\gamma^*\sigma(1-\eta)}{1-\gamma} \\ &- \theta^y\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)\gamma^s - \theta^y\gamma\gamma^s \end{aligned} \quad (58 *)$$

Se prosigue con la regla de política monetaria (11)

$$\gamma^\pi + (C - B)m + B\varepsilon_{t-k}^k = \delta^\pi(\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k) + \delta^\gamma(\gamma^\gamma + A\varepsilon_{t-k}^k)$$

$$\gamma^\pi + (C - B)m + B\varepsilon_{t-k}^k = \delta^\pi\gamma^\pi + \delta^\pi C\varepsilon_{t-k}^k + \delta^\gamma\gamma^\gamma + \delta^\gamma A\varepsilon_{t-k}^k$$

De donde se obtiene dos ecuaciones

$$B = \delta^\pi C + \delta^\gamma A \quad (59 *)$$

$$\gamma^\pi + (C - B)m = \delta^\pi\gamma^\pi + \delta^\gamma\gamma^\gamma \quad (60 *)$$

Se puede observar que combinado (55*), (57*), y (59*) se obtienen los mismos valores de A, B, y C encontrados en el sistema de coeficientes indeterminados para un shock no anticipado, por lo que faltaría analizar el efecto del cambio anticipado de los términos de intercambio sobre la variable relevante en el momento actual. De esta forma, se obtiene se tiene que $\gamma^s = Bm$. Combinando (54*) y (56*), se obtienen los valores de γ^π y γ^γ . De (60*) se obtiene,

$$\gamma^\gamma = \frac{(1 - \delta^\pi)\gamma^\pi + (C - B)m}{\delta^\gamma}$$

Luego se sustituye en (58*)

$$\begin{aligned} \gamma^\pi = & \beta\gamma^\pi + \beta mC + \theta^\gamma \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) \left[\frac{(1 - \delta^\pi)\gamma^\pi + (C - B)m}{\delta^\gamma} \right] - \frac{\theta^\gamma\gamma^\pi\gamma^*\sigma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \\ & - \theta^\gamma\sigma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta)mB - \theta^\gamma\gamma mB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma^\pi = & \beta\gamma^\pi + C\beta m + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (1 - \delta^\pi)\gamma^\pi + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (C - B)m \\ & - \frac{\theta^\gamma\gamma^*\sigma(1 - \eta)}{1 - \gamma}\gamma^\pi - (\sigma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^\gamma mB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left[1 - \beta - \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^\gamma\gamma^*\sigma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right] \gamma^\pi \\ & = C\beta m + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (C - B)m - (\sigma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^\gamma mB \end{aligned}$$

$$\gamma^\pi = \frac{C\beta m + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (C - B)m - (\sigma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^\gamma mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1 - \gamma} \right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^\gamma\gamma^*\sigma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right]}$$

Reordenando se obtiene

$$\gamma^\pi = \frac{\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\right) mC - \left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y\right) mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta)}{1-\gamma}\right]} \quad (61^*)$$

Luego se obtiene,

$$\gamma^y = \frac{(1 - \delta^\pi) \left[\frac{\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right)\right) mC - \left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y\right) mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma}\right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta)}{1-\gamma}\right]} \right] + (C - B)m}{\delta^y} \quad (62^*)$$

Se puede deducir que $\gamma^\pi > 0$. Luego, se obtiene $\gamma^y > 0$. Finalmente, se estudia la balanza comercial usando (28*)

$$\begin{aligned} \widehat{tb}_t = & \left(\gamma^*\eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)}{1-\gamma} \right) r\widehat{er}_t + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) \widehat{\pi}_{H,t} \\ & + \left(\gamma^*\eta + \frac{\gamma\gamma^*\eta}{1-\gamma} \right) \bar{s}_t - \frac{\gamma}{1-\gamma} \widehat{y}_t \end{aligned}$$

Primero, se utiliza

$$r\widehat{er}_t = -(1-\gamma)(Bm + b\varepsilon_{t-k}^k) = -(1-\gamma)Bm - (1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k$$

Ahora se sustituyen en la balanza comercial,

$$\begin{aligned} \widehat{tb}_t = & \left(\gamma^*\eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)}{1-\gamma} \right) (-(1-\gamma)Bm - (1-\gamma)B\varepsilon_{t-k}^k) \\ & + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) (\gamma^\pi + C\varepsilon_{t-k}^k) + \left(\gamma^*\eta + \frac{\gamma\gamma^*\eta}{1-\gamma} \right) \varepsilon_{t-k}^k \\ & - \frac{\gamma}{1-\gamma} (\gamma^y + A\varepsilon_{t-k}^k) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\hat{t}b_t = & -(1-\gamma) \left(\gamma^* \eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma} \right) (Bm) \\
& + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) (\gamma^\pi) - \frac{\gamma}{1-\gamma} (\gamma^\gamma) \\
& + \left[-(1-\gamma) \left(\gamma^* \eta - \gamma(1-\eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta)}{1-\gamma} \right) B \right. \\
& \left. + \left(\gamma^*(1-\eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) C - \left(\frac{\gamma}{1-\gamma} \right) A + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1-\gamma} \right) \right] \varepsilon_{t-k}^k \quad (63 *)
\end{aligned}$$

Ahora, se procede a estudiar los signos, particularmente primero se estudia el efecto inmediato de un shock positivo y anticipado de los términos de intercambio sobre cada variable (vinculados a γ^γ , γ^s , y γ^π)

Se comienza con $\gamma^s = Bm$, donde anteriormente se mostró que para un sistema estable $B > 0$ y con $m > 0$, entonces $\gamma^s > 0$. Luego, se estudia el parámetro γ^π . Se debe tomar en cuenta

$$\theta^\gamma > 0; \sigma > 0; 0 < \gamma^* < 1; \eta > 1; 0 < \gamma < 1; \delta^\pi > 0; \delta^\gamma > 0; \varphi > 0; 0 < \beta < 1, C > 0,$$

Previo a deducir el signo se realiza una simplificación:

$$\gamma^\pi = \frac{\left(\beta + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) \right) mC - \left(\frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^* \eta) + \gamma)\theta^\gamma \right) mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^\gamma \gamma^* \sigma (1 - \eta)}{1 - \gamma} \right]}$$

$$\gamma^\pi = \frac{\beta mC + \left\{ \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} m\varphi + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} m \frac{\sigma}{1-\gamma} \right\} [C - B] - \sigma\gamma(1-\eta)\theta^\gamma mB + \sigma\gamma^* \eta \theta^\gamma mB - \gamma\theta^\gamma mB}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} (1 - \delta^\pi) \varphi - \left\{ \frac{1}{\delta^\gamma} (1 - \delta^\pi) - \gamma^*(1-\eta) \right\} \frac{\theta^\gamma \sigma}{1-\gamma} \right]}$$

$$\gamma^\pi = \frac{(\beta C - [(\sigma + 1)\gamma - (\gamma + \gamma^*)\sigma\eta]\theta^\gamma B)m + \left\{ \varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right\} \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} m[C - B]}{\left[1 - \beta + \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} (\delta^\pi - 1) \varphi + \left\{ \frac{1}{\delta^\gamma} (\delta^\pi - 1) + \gamma^*(1-\eta) \right\} \frac{\theta^\gamma \sigma}{1-\gamma} \right]}$$

Así, se observa que $\left\{ \varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right\} \frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} m[C - B] > 0 \leftrightarrow C > B$ y $(\beta C - [(\sigma + 1)\gamma - (\gamma + \gamma^*)\sigma\eta]\theta^\gamma B)m > 0$. Por el lado del denominador se tiene que $\left\{ \frac{1}{\delta^\gamma} (\delta^\pi - 1) + \gamma^*(1-\eta) \right\} \frac{\theta^\gamma \sigma}{1-\gamma} > 0$, dado que $\theta^\gamma > 0; \sigma > 0; 0 < \gamma^* < 1; \eta > 1; 0 < \gamma < 1; \delta^\pi > 0; \delta^\gamma > 0; \varphi > 0$, también $\frac{\theta^\gamma}{\delta^\gamma} (\delta^\pi - 1) \varphi > 0$, entonces $\gamma^\pi > 0$

En el caso del parámetro γ^y :

$$\gamma^y = \frac{(1 - \delta^\pi)\gamma^\pi}{\delta^y} + \frac{(C - B)m}{\delta^y}$$

Debido a que $\gamma^\pi > 0$ y $\delta^y > 0$, $\forall \delta^\pi < 1 \exists (1 - \delta^\pi)\gamma^\pi > 0$ y $\frac{(C-B)m}{\delta^y} > 0$ entonces $C > B$, por lo que $\gamma^y > 0$.

Ahora continúa el análisis de $\frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m}$. Claramente, hay una relación directa entre

$$\frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} \text{ y } \gamma^\pi: \quad \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} = \frac{\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) \right) m - \left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y \right) m}{\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta)}{1-\gamma} \right]} \quad (64 *)$$

Como se observa, el denominador no cambia y por consiguiente se sabe que $\left[1 - \beta - \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) (1 - \delta^\pi) + \frac{\theta^y \gamma^* \sigma (1-\eta)}{1-\gamma} \right] > 0$. En la parte del numerados anteriormente se mostró que $\left(\beta + \frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) \right) m > 0$ y $\left(\frac{\theta^y}{\delta^y} \left(\varphi + \frac{\sigma}{1-\gamma} \right) + (\sigma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta) + \gamma)\theta^y \right) < 0$. Por lo tanto, $\frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} > 0$.

Con respecto a $\frac{\partial \gamma^y}{\partial m}$:

$$\frac{\partial \gamma^y}{\partial m} = \frac{(1 - \delta^\pi) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} + (C - B)}{\delta^y} \quad (65 *)$$

Del análisis previo, $\frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} > 0$, entonces $(1 - \delta^\pi) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} > 0 \forall \delta^\pi < 1$ y dado que $\delta^y > 0$ junto con $C, B > 0$, entonces $\frac{\partial \gamma^y}{\partial m} > 0$.

Luego se analiza $\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m}$:

$$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m} = -(1 - \gamma) \left(\gamma^*\eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1-\eta) - \gamma^*\eta)}{1-\gamma} \right) B + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1-\eta)}{1-\gamma} \right) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} - \frac{\gamma}{1-\gamma} \frac{\partial \gamma^y}{\partial m} \quad (66*)$$

$$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m} = (-(1 - \gamma)\gamma^*\eta + (1 - \gamma)\gamma(1 - \eta) + \gamma(\gamma(1 - \eta) + \gamma^*\eta))B + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^*\gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) \frac{\partial \gamma^\pi}{\partial m} - \frac{\gamma}{1 - \gamma} \frac{\partial \gamma^y}{\partial m}$$

Dado que $(1 - \gamma) > 0$, $0 < \gamma < 1$ y $(1 - \eta) < 0$ dado que $\eta > 1$ entonces $(1 - \gamma)\gamma(1 - \eta) < 0$. Análogamente sucede para $\gamma(\gamma(1 - \eta) + \gamma^*\eta)$. $\gamma^*(1 - \eta) < 0$, $\frac{\gamma^*\gamma(1-\eta)}{1-\gamma} < 0$, $\eta > 1$, dado que $1 - \gamma > 0$, por consiguiente $\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial m} < 0$.

Finalmente, se analiza la parte de los shocks anticipados (que coincide con la magnitud de los no anticipados)

$$\frac{\partial \widehat{y}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = A = \frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_2}{(\gamma-1)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (67 *)$$

$$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = C = -\frac{\theta^y \sigma \gamma^* \eta \Delta_3}{(1 - \gamma)(\Delta_1 \Delta_3 - \Delta_2 \Delta_4)} \quad (68 *)$$

$$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = -(1 - \gamma) \frac{d\hat{s}_t}{d\varepsilon_t^0} = -(1 - \gamma)B = -(1 - \gamma)(\delta^\pi C + \delta^y A) \quad (69 *)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} = & -(1 - \gamma) \left(\gamma^* \eta - \gamma(1 - \eta) - \frac{\gamma(\gamma(1 - \eta) - \gamma^* \eta)}{1 - \gamma} \right) B + \left(\gamma^*(1 - \eta) + \frac{\gamma^* \gamma(1 - \eta)}{1 - \gamma} \right) C \\ & - \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) A + \left(\gamma^* \eta + \frac{\gamma \gamma^* \eta}{1 - \gamma} \right) \end{aligned} \quad (70 *)$$

Del análisis previo se obtiene de A, B, C y de la balanza comercial del anexo I:

Cuadro 2-e: Efecto del restante shock anticipado de términos de intercambio

Shock	Descripción
$\frac{\partial \widehat{\pi}_{H,t}}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0$	Un shock positivo y anticipado (con k-períodos por adelantado), resulta en un aumento futuro en la inflación doméstica.
$\frac{\partial \widehat{y}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0$	Un shock positivo anticipado (con k-períodos por adelantado), resulta en un aumento futuro del producto real.
$\frac{\partial \widehat{rer}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} < 0$	Un shock positivo y anticipado (k-períodos por adelantado) resulta en una apreciación futuro del tipo de cambio real.
$\frac{\partial \widehat{tb}_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^k} > 0$	Un shock positivo anticipado de los términos de intercambio mejora en el momento futuro a la balanza comercial.

Fuente: Elaboración propia

3. Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos SBVAR

I. Introducción

Las economías pequeñas y abiertas de países en desarrollo se definen por dos características; dependen del comercio internacional (abierta), y al mismo tiempo su peso en el comercio internacional no puede afectar los precios de sus importaciones y exportaciones (pequeña). De esta manera, aunque las economías en análisis dependen del comercio, no pueden afectar factores externos de la economía internacional.

Usualmente, para economías pequeñas y abiertas, los shocks externos hacen que los agregados macroeconómicos domésticos, como la inflación y el crecimiento económico fluctúen, con lo cual, se puede requerir una intervención de política macroeconómica, pero esto requiere estudiar qué tipos de shocks son relevantes. Luego de entender en el primer ensayo del capítulo 2, de forma teórica la transmisión de los shocks anticipados y no anticipados, se tiene la base para comprender algunas características y resultados que permitirán en este segundo ensayo realizar un análisis macroeconómico empírico para el caso de los países estudiados en esta investigación.

En este sentido, el ciclo económico de los países en análisis tiene características distintivas que son relevantes estudiar, particularmente requieren un análisis de sus fuentes externas de fluctuación por su papel crucial para los ciclos económicos nacionales, y por ende para diseñar políticas económicas, dado que existe un ciclo económico común en Centroamérica y es procíclico respecto al crecimiento de la economía de Estados Unidos (Sánchez Barahona, E.J. 2016).

En particular, Mendoza (1995), utilizando las predicciones de un modelo de ciclos económicos calibrado para pequeñas economías abiertas, estima que más del 30% de las variaciones del PIB se deben a movimientos no anticipados en los términos de intercambio. No obstante, recientemente Schmitt-Grohé y Uribe (2018), en un estudio para 38 economías emergentes, desafían esta tesis tradicional al encontrar que cambios no anticipados en los términos de intercambio explican en promedio solo alrededor del 10% sobre la variabilidad del PIB. Ambos trabajos solamente abordan los no anticipados.

Las diferencias en los resultados antes mencionados indican que las fluctuaciones en los precios internacionales se deben a distintos factores, algunos de carácter transitorio

y no previsto por los agentes económicos (no anticipados), y otros de carácter más persistente y predecible (anticipados). En particular, Zeev, Pappa y Vicondoa (2017) señalan que los agentes económicos responden de forma distinta ante movimientos no previstos y movimientos anticipados en los términos de intercambio, debido a que los cambios anticipados estarían vinculados a cambios persistentes en los fundamentos de la economía internacional, afectando las decisiones económicas actuales.

El primer artículo del capítulo anterior permitió entender teóricamente la transmisión de los shocks anticipados y no anticipados con el objetivo de comprender algunas características y resultados que facilitan su evaluación para el caso de los países estudiados en esta investigación. Este artículo brinda evidencia que existe una diferencia entre el efecto de shocks anticipados y no anticipados en los términos de intercambio sobre las economías analizadas siguiendo a Zeev, Pappa, y Vicondoa (2017), así como en Schmitt-Grohe y Uribe (2018) y en Kurmann y Sims (2020) mediante la estimación de un modelo bayesiano de vectores autorregresivos estructurales (SBVAR por sus siglas en inglés).

En esta investigación se plantea que existe una diferencia fundamental entre el impacto de shocks anticipados y no anticipados en los términos de intercambio sobre economías pequeñas y abiertas. En este sentido, la literatura ha basado la identificación de este tipo de shocks anticipados (conocidas como shocks de noticias) al emplear la descomposición de varianza asociada al error de pronóstico de los términos de intercambio, en el contexto de un SBVAR, debido a que se espera que los shocks anticipados mejoren la predicción por parte de los agentes económicos.

Los resultados muestran que los shocks anticipados en un horizonte de tres años (12 trimestres) explican en promedio un 21% de las fluctuaciones en el producto, un 18% en el consumo, un 14% en los precios, un 22% en la balanza comercial y explican aproximadamente el 14% de las fluctuaciones del tipo de cambio real. Mientras tanto, los shocks inesperados de los términos de intercambio explican en un horizonte de tres años (12 trimestres) en promedio un 6% de las fluctuaciones en el producto, un 8% en el consumo, un 26% en los precios, un 7% en la balanza comercial y explican el 12% de las fluctuaciones del tipo de cambio real, denotando el mayor peso sobre el nivel de precios.

De esta forma, el shock total de los términos de intercambio (suma simple de anticipados y no anticipados), explican en un horizonte de tres años ($h=12$ trimestres) en promedio un 27% de las fluctuaciones en el producto, un 26% en el consumo, un 39% en los precios, un 29% en la balanza comercial y explican el 26% de las fluctuaciones del tipo de cambio real. En particular, los shocks anticipados de los términos de intercambio poseen una mayor contribución con respecto a los no anticipados en la variabilidad de los agregados macroeconómicos, con excepción en el nivel de precios. En el caso de la actividad económica, para el conjunto de los países, los shocks no anticipados representan un 27% del efecto de los shocks anticipados en la variación del PIB luego de tres años de ocurridos, un patrón que se observa en todos los países, denotando la relevancia de las “noticias en los términos de intercambio” para el diseño y aplicación de política macroeconómica.

II. Antecedentes teóricos generales y estado de la cuestión

La literatura macroeconómica internacional ha mostrado que los shocks de los términos de intercambio han sido un determinante relevante en la variabilidad de la actividad económica de los países en desarrollo, pero esto depende del tipo de shock. Por ejemplo, los modelos empíricos de Beaudry y Portier (2004a, 2005) analizan los shocks anticipados utilizando el enfoque del modelo estructural autoregresivo vectorial (SVAR por sus siglas en inglés) para realizar su análisis con datos de la posguerra de EE. UU. y Japón, donde obtuvieron esencialmente el mismo hallazgo entre estos dos países. Ahora bien, Beaudry y Portier (2006) nos proporcionan pruebas más formales, que proponen un marco de vectores autorregresivos bivariado que incluye la productividad total de los factores (PTF por sus siglas en inglés) y los precios de las acciones mediante la imposición de diferentes identificaciones para descubrir el impacto de los shocks anticipados sobre los desarrollos tecnológicos futuros, como una fuente relevante en las fluctuaciones macroeconómicas.

Las repercusiones de un shock anticipado creíble se pueden examinar en el contexto de economías cerradas y abiertas (pequeñas o grandes). En un estudio reciente, Kamber et al. (2017) examinan el efecto de un choque anticipado de productividad total de factores en pequeñas economías abiertas (por ejemplo, Canadá, Australia, Reino Unido y Nueva Zelanda). Otro trabajo es el que ha estudiado la relación entre el shock anticipados y la estructura de la tasa de interés en Kurmann y Otrok (2013), donde los

autores proponen un enfoque de identificación que demuestra que el 50% de todos los movimientos inciertos en la pendiente durante un horizonte de pronóstico de 10 años dependen del impacto de noticias de la productividad.

Además, en Barsky y Sims (2011), se muestra una forma atractiva de identificar shocks anticipados a través de la estimación de un VAR multivariado de forma reducida, donde todas las variables se regresan en sus propios retrasos, así como en los retrasos de otras variables. Luego, las innovaciones resultantes del modelo VAR se utilizan para buscar el shock estructural que satisface las restricciones de mediano plazo. Otros trabajos de los shocks de noticias (anticipados), se han aplicado sobre el gasto fiscal futuro (Auerbach y Gorodnichenko, 2012) y a noticias sobre el suministro futuro de petróleo (Arezki, Ramey y Sheng, 2017).

Para el caso de los términos de intercambio, la evidencia tradicional mostró que los shocks no anticipados fueron un determinante importante de la dinámica macroeconómica en la mayoría de las economías de mercado emergentes (véase, por ejemplo, Mendoza, 1995; Kose, 2002). Sin embargo, para estos mismos shocks, Schmitt-Grohé y Uribe (2018) encontraron evidencia menos concluyente a la tradicional, cuando al estimar modelos SVAR anuales específicos para 38 países pobres o emergentes, mostraron que los shocks de los términos de intercambio explican en promedio el 10% de los movimientos en la actividad agregada.

En el caso de Chinn y Coibion (2014) y Husain y Bowman (2004), eligen 5 trimestres para el horizonte de anticipación como promedio de esos valores y también este es el horizonte de anticipación para el cual la combinación lineal de shocks maximiza la variación de error de pronóstico (FEV por sus siglas en inglés) de los términos de intercambio dos años después. De la misma manera, la evidencia presentada por Chen, Rogoff y Rossi (2010) y Fernández, González y Rodríguez (2015), explota las variaciones en las variables macroeconómicas nacionales, los tipos de cambio y los diferenciales de país junto con la exogeneidad de los términos de intercambio para identificar los shocks anticipados sobre los términos de intercambio.

Sin embargo, no hay abundante investigación referente a explicar la fluctuación macroeconómica para pequeñas economías abiertas como las de América Central y del Caribe. Se pueden mencionar investigaciones individuales para los países estudiados en

este ensayo, pero limitada para el análisis del conjunto de países en estudio. En principio, se puede mencionar el estudio de Gámez (2006) que estima un modelo para la medición de las contribuciones relativas de los shocks estructurales en la economía nicaragüense. Además, Alvarado (2015) estima un BVAR para estudiar el mecanismo de transmisión de shock de petróleo y de gasto público en Nicaragua. De igual forma, Alvarado (2018) mediante un BVAR realiza un análisis de sensibilidad macroeconómica para Nicaragua.

De igual manera, Garry y Valdivia (2016) realizan un análisis de la contribución del gasto público y de multiplicadores fiscales para México, Centro América y República Dominicana. Por su lado, Vargas et al. (2017) estudian los determinantes de la magnitud de los multiplicadores fiscales y factores que inciden en la política fiscal en Centroamérica, la República Dominicana y México. Barquero y Chávez (2018) utilizan un modelo SBVAR para estudiar el efecto de la política monetaria expansiva internacional en Costa Rica. Hay otros estudios concentrados básicamente al estudio de la sincronización de los ciclos de los países en análisis, más específicamente la contribución de la integración económica o la caracterización de este (McClelland, 1972; Nugent, 1974; Caceres y Seninger, 1980; Kose y Rebucci, 2005; Fiess, 2007; Roache, 2008; Sánchez Barahona, E.J, 2016).

En particular, Kose y Rebucci (2005) estimaron un VAR para varios países utilizando las tasas de crecimiento del PIB de EE.UU, México, Centroamérica y República Dominicana para evaluar la importancia de los shocks regionales. Con respecto al uso de modelos Panel VAR, la única evidencia empírica del análisis de los shocks externos para Centroamérica usando un modelo de vectores autorregresivos para datos de paneles, se encuentra en Borda y Wright (2015) quienes estudian las fluctuaciones macroeconómicas bajo shocks de catástrofes naturales.

Con respecto a otras economías en desarrollo cercanas a Centroamérica, se tiene a Borda, Manioc y Montauban (2000) quienes estimaron un modelo para el PIB, el tipo de cambio real, el índice de precios al consumidor y la tasa de interés real mundial para comprender la importancia de la política monetaria de los Estados Unidos en 12 países del Caribe. Además, están las investigaciones macroeconómicas de Borda, Manioc y Montauban (2000), y Sosa y Cashin (2013).

Las diferencias en los resultados antes mencionados dependen, en cierta medida, de que las fluctuaciones en los precios internacionales se explican según el tipo de shock, que pueden ser de carácter transitorio y no anticipado o persistente y anticipado. Al respecto, Zeev, Pappa y Viccondoa (2017) señalan que los agentes económicos responden de forma distinta ante shocks no anticipados y anticipados en los términos de intercambio, debido a que estos últimos movimientos estarían vinculados a cambios persistentes en los fundamentos de la economía internacional que también afectan las decisiones económicas actuales.

Por su parte, en Kurmann y Sims (2020) se hace lo siguiente: (a) se extrae un shock de términos de intercambio anticipado aumentado que representa la porción máxima de la variación de error de pronóstico (MFEV por sus siglas en inglés) de los términos de intercambio en un horizonte de truncamiento, $H = 5$; (b) no se impone que el shock de noticias es ortogonal con respecto a la innovación en los términos de intercambio, en su lugar, se extraen shocks anticipados sobre el fundamental maximizando la suma de la FEV desde el período de impacto en adelante y luego se emplea una condición de ortogonalidad para la serie de shocks anticipados extraídos en relación con los movimientos actuales en el fundamental.

Este segundo artículo brinda nueva evidencia del impacto de shocks anticipados y no anticipados para países centroamericanos, usando un SBVAR basada en el enfoque de la MFEV presentado por Uhlig (2003) y ampliado posteriormente por Barsky y Sims (2011), y Kurmann y Sims (2020). En particular, se muestra que los shocks anticipados tienen un mayor peso en la fluctuación del ciclo económico con respecto a los no anticipados, denotando la relevancia de diferenciar el tipo de shock para el diseño de política macroeconómica. La identificación del shock anticipado es el que mejor explica los movimientos futuros en los términos de intercambio y es ortogonal al término de intercambio observado.

III. Diseño y estimación de un modelo de vectores autorregresivos bayesianos

A. Identificación de los shocks anticipados y no anticipados de los shocks de términos de intercambio

En esta sección, se describe la estrategia utilizada para identificar los shocks anticipados (news) y no anticipados (sorpresivos) de un shock externo de términos de intercambio, siguiendo a Zeev, Pappa y Viccondoa (2017), Schmitt-Grohé y Uribe (2018),

y Kurmann y Sims (2020) basado en un modelo bayesiano de vectores autorregresivos estructurales (SBVAR). El objetivo de la identificación es mapear cada shock no observado (anticipado y no anticipado), a partir de cada residual observado respectivo. La identificación es estructurada al formalizar las restricciones de ciertas variables a cada shock no anticipado, con lo cual, se puede determinar el sistema SBVAR. En particular, se imponen restricciones a un conjunto de parámetros para calificar una respuesta a un shock específico. Esto se hace para (al menos) argumentar de manera plausible que los shocks no anticipados están, de hecho, capturando el concepto deseado.

Este es un modelo estructural en el sentido de que proporciona estimaciones del comportamiento y la interacción entre variables que siguen las perturbaciones exógenas (indefinidas) del sistema. Sin embargo, los SBVAR deben denotar shocks específicos para darles una interpretación económica válida y significativa (Sims, 2002). El modelo SBVAR aplicado en esta investigación, está basada en el enfoque de la MFEV presentado por Uhlig (2003) y ampliado posteriormente por Barsky y Sims (2011), y Kurmann y Sims (2020). Por ejemplo, el shock anticipado de los términos de intercambio se identifica como el shock que mejor explica los movimientos futuros en los términos de intercambio y que es ortogonal al término de intercambio observado.

En principio, se considera un VAR que incluye los términos de intercambio junto con otras variables macroeconómicas domésticas, más específicamente se propone el siguiente modelo con las variables observables dadas por:

$$y_t = F_1 y_{t-1} + F_2 y_{t-2} + \dots + F_P y_{t-P} + F_c + u_t \quad (1)$$

Donde el vector y_t contiene 6 variables macroeconómicas, dado por

$$y_t \equiv \begin{bmatrix} \widehat{tot}_t \\ \widehat{x}_t \\ \widehat{c}_t \\ \widehat{ipc}_t \\ \widehat{tb}_t \\ \widehat{rer}_t \end{bmatrix}$$

Las variables \widehat{tot}_t , \widehat{x}_t , \widehat{c}_t , \widehat{ipc}_t , \widehat{tb}_t y \widehat{rer}_t denotan el logaritmo natural de los términos de intercambio, producto real, consumo real, índice de precios, y el tipo de cambio real, con excepción de la balanza comercial que está en términos del producto;

todas las variables están desestacionalizadas y en niveles; F_i son matrices 6 x 6, p denota el número de rezagos, F_c es un vector de constantes 6 x 1, y ϵ_t es el vector aleatorio 6x1 de innovaciones de forma reducida con media 0 y una matriz de varianzas y covarianzas diagonal Σ .

La representación media móvil de forma reducida en los niveles de las variables observables es:

$$y_t = C(L)u_t \quad (2)$$

donde $B(L)$ es un polinomio de retardos de 6x6 de coeficientes de promedios móviles y u_t es un vector 6x1 de innovaciones de la forma reducida con matriz de varianzas y covarianzas $\Sigma = E(u_t u_t^T)$. Se supone que existe un mapeo lineal entre las innovaciones de forma reducida y los shocks estructurales, ϵ_t , dado como

$$u_t = A\epsilon_t \quad (3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) implican una representación de promedio móvil estructural:

$$y_t = B(L)\epsilon_t \quad (4)$$

Donde $B(L) = C(L)A$ y $\epsilon_t = A^{-1}u_t$, donde se debe satisfacer $E(A\epsilon_t \epsilon_t^T A^T) = AA^T = \Sigma$. Sin embargo, esta restricción no es suficiente para identificar una causa para cualquier matriz A , por lo que existe alguna matriz alternativa \tilde{A} tal que $\tilde{A}Q = A$, donde Q es una matriz ortonormal y satisface $\Sigma = \tilde{A}\tilde{A}^T$. El enfoque estadístico de Uhlig (2003) consiste en encontrar las $n < m$ columnas de Q (donde $m=6$, denotando el número de filas del vector columna ϵ_t) que definen los n choques mutuamente ortogonales que explican la mayor parte FEV de alguna variable en y_t sobre el horizonte de pronóstico k a \bar{k} .

Formalmente, denote el error de pronóstico de h pasos adelante de la i -ésima variable y_{it} en y_t ,

$$y_{t+h} - E_t y_{t+h} = e_i^T \sum_{l=0}^{h-1} C_l \tilde{A} Q \epsilon_{t+h-l} \quad (5)$$

Donde e_i es un vector de columna con 1 en la posición i -ésima y ceros en el resto. La contribución a la varianza del error de pronóstico de la variable i atribuible al shock estructural j en el horizonte h se da como:

$$\Omega_{i,j}(h) = \frac{\sum_{l=0}^h C_{i,l} \tilde{A} \gamma \gamma^T \tilde{A}^t C_{i,l}^T}{\sum_{l=0}^h C_{i,l} \Sigma_u C_{i,l}^T} \quad (6)$$

Donde $C_{i,l}$, l es la i -ésima fila (variable) del polinomio de rezago evaluado en $L = l$ y γ es la j -ésima columna de Q , $A\gamma$ es un vector de dimensión 6×1 correspondiente a la j -ésima columna de una posible ortogonalización, y $C_{i,l}$ representa la l -ésima fila de la matriz de coeficientes de promedio móvil en el horizonte l .

La identificación del shock anticipado de Barsky y Sims (2011) consiste en seleccionar γ para maximizar la suma de la participación del FEV en los términos de intercambio (debe ser la primera variable en el modelo VAR) hasta algún horizonte de truncamiento H sujeto a la restricción de que el shock es ortogonal al término de intercambio actual.

Formalmente, se indexa el shock no anticipado de los términos de intercambio como 1 y el shock anticipado de los términos de intercambio como 2 en el vector ε_t . La identificación de los shocks no anticipados requiere encontrar el γ que maximiza la suma de la contribución a la varianza del error de pronóstico de los términos de intercambio en un rango de horizontes, de 0 a H (el horizonte de truncamiento), sujeto a la restricción de que estos shocks no tienen un efecto contemporáneo en los términos de intercambio.

Formalmente, esta estrategia de identificación requiere resolver el siguiente problema de optimización:

$$\gamma^* = \underset{\gamma}{\operatorname{argmax}} \sum_{h=0}^H \Omega_{i,j}(h) \quad (7)$$

$$\text{Sujeto a } \gamma(1,1) = 0 \text{ y } \gamma^T \gamma = 1$$

La primera restricción impone que el impacto de shocks anticipados identificados no tenga un efecto contemporáneo en los términos de intercambio, esto es, el shock anticipado es ortogonal al shock no anticipado. La segunda restricción impone a γ tener

una unidad de longitud y asegura que sea un vector columna que pertenece a una matriz ortonormal. Esta normalización implica que los shocks identificados tienen variación de unidades.

La suposición de identificación subyacente es que el shock anticipado de los términos de intercambio es el único que afecta el término de intercambio futuro y sin impacto en los movimientos actuales de los términos de intercambio. Este supuesto es coherente con la idea razonable de que los términos de intercambio no responden a las variables económicas domésticas en una economía pequeña y abierta, lo que implica que solo está impulsado por dos shocks, uno de ellos es el shock no anticipado tradicional que impacta a los términos de intercambio en el mismo momento y el otro es el shock anticipado de los términos de intercambio que mueve los términos de intercambio con un retraso.

Los supuestos cruciales para que el enfoque de Barsky y Sims (2011) sea válido es que los términos de intercambio estén descritos adecuadamente por un proceso exógeno en dos innovaciones ortogonales. El supuesto de que los términos de intercambio son exógenos es un principio básico del modelado del ciclo económico desde el punto de vista de competencia perfecta. Para ganar intuición sobre el enfoque de identificación en Barsky y Sims (2011), suponga que los términos de intercambio evolucionan de acuerdo con el siguiente proceso de promedio móvil exógeno:

$$\log(tot) = v(L)\varepsilon_t^a + d(L)\varepsilon_t^{na} \quad (8)$$

Donde $\log(tot)$ es el logaritmo de los términos de intercambio; los shocks no anticipados (ε_t^a) y anticipados (ε_t^{na}) no correlacionadas; $v(L)$ y $d(L)$ son polinomios rezagados con la única restricción de que $d(0) = 0$. El supuesto de exogeneidad de los términos de intercambio junto con $d(0) = 0$ implica un VAR con los términos de intercambio ordenado de primero y que el shock no anticipado se identifica como el choque asociado con la primera columna de la matriz \tilde{A} obtenida de una descomposición de Cholesky.

Aparte de los dos supuestos, el enfoque de Barsky y Sims (2011) tiene varias características deseables. Primero, el enfoque permite, pero no requiere, que el impacto anticipado y/o no anticipado de los términos de intercambio, tengan un impacto permanente en los términos de intercambio (es decir, $v(1) = 1$ y / o $d(1) = 1$ en la

notación anterior). En segundo lugar, el enfoque no impone restricciones sobre las tendencias comunes en las diferentes variables VAR. En tercer lugar, debido a que es un método de identificación parcial, el enfoque se puede aplicar a los VAR en muchas variables sin imponer supuestos adicionales y potencialmente inválidos sobre otros choques.

Como en Kurmann y Sims (2020), se seguirá el enfoque bayesiano usando una prior Minnesota introducida por Litterman (1980). La prior Minnesota está basada en el supuesto de que cada variable sigue un proceso de caminata aleatoria, posiblemente con deriva, o un proceso de ruido blanco cuando la variable sea estacionaria (las pruebas de raíz unitaria para las variables en análisis se encuentran en anexos). Específicamente, se toman 1000 muestras de la distribución posterior de los parámetros VAR de forma reducida $p(F, \Sigma | data)$, donde para cada muestra se resuelve el problema de optimización (7); luego se utiliza el vector γ de optimización resultante para calcular las funciones impulso respuesta al shock identificado. Este procedimiento genera 1000 conjuntos de respuestas de impulso que comprenden la distribución posterior de las funciones impulso respuesta al shock identificado.

B. Fuente de datos y su medición

Los modelos SBVAR fueron estimados con datos trimestrales de 5 países y las muestras son las siguientes: Costa Rica 2000: T1-2019: T4; El Salvador 2000: T1-2019: T4; Guatemala 2001: T1-2019: T4; Honduras 2000: T1-2019: T4, y Nicaragua 2006: T1-2019: T4. Los países seleccionados tienen que cumplir con el criterio de continuidad en los datos, por lo que se excluyó a Belice; en el caso de Panamá se excluyó por una estructura productiva diferenciada. La estructura inicial del modelo seguirá a; Zeev, Pappa y Vicondoa (2017), Schmitt-Grohé y Uribe (2018), y Kurmann y Sims (2020) con variables extranjeras (exógenas) y domésticas. Los datos se obtuvieron del Consejo Monetario Centroamericano (SECMCA) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

Las variables macroeconómicas utilizadas en el modelo son seis: producto, consumo, índice de precios al consumidor, balanza comercial, tipo de cambio real y una medida de los términos de intercambio por país. Todas estas variables se expresan en precios actuales y unidades de moneda local (con excepción de la balanza comercial, inflación y términos de intercambio). Se deflactan todas las variables (excepto las dos

últimas) usando el deflactor implícito del PIB. La relación entre la balanza comercial y el PIB se define como la diferencia entre exportaciones e importaciones como parte del PIB actual.

Dado el enfoque bayesiano utilizado, el único tratamiento para las estimaciones bayesianas fue desestacionalizar las series utilizando el algoritmo Census X-12, y luego se aplica logaritmo natural a cada variable, con excepción de la balanza comercial. Se debe señalar que entre las ventajas de la estimación bayesiana aplicada es que permite realizar un análisis con las variables originales, aún y cuando las variables contienen raíces unitarias. En los anexos se encuentran las pruebas de raíces unitarias de las variables en análisis.

Los términos de intercambio de un país determinado se definen como el precio relativo de sus exportaciones en términos de sus importaciones. Si se denota P_t^x y P_t^m como los índices de los precios de las exportaciones e importaciones del país en cuestión, respectivamente, los términos de intercambio para ese país están dados por

$$tot_t \equiv \frac{P_t^x}{P_t^m} \quad (9)$$

La medida empírica del tipo de cambio real es el tipo de cambio real bilateral en dólares estadounidenses definido como

$$rer_t \equiv \frac{\mathcal{E}_t P_t^{US}}{P_t} \quad (10)$$

donde \mathcal{E}_t indica el tipo de cambio nominal en dólares, dado por el precio en moneda nacional de un dólar estadounidense, P_t^{US} denota el índice de precios al consumidor de EE. UU. y P_t denota el índice de precios al consumidor.

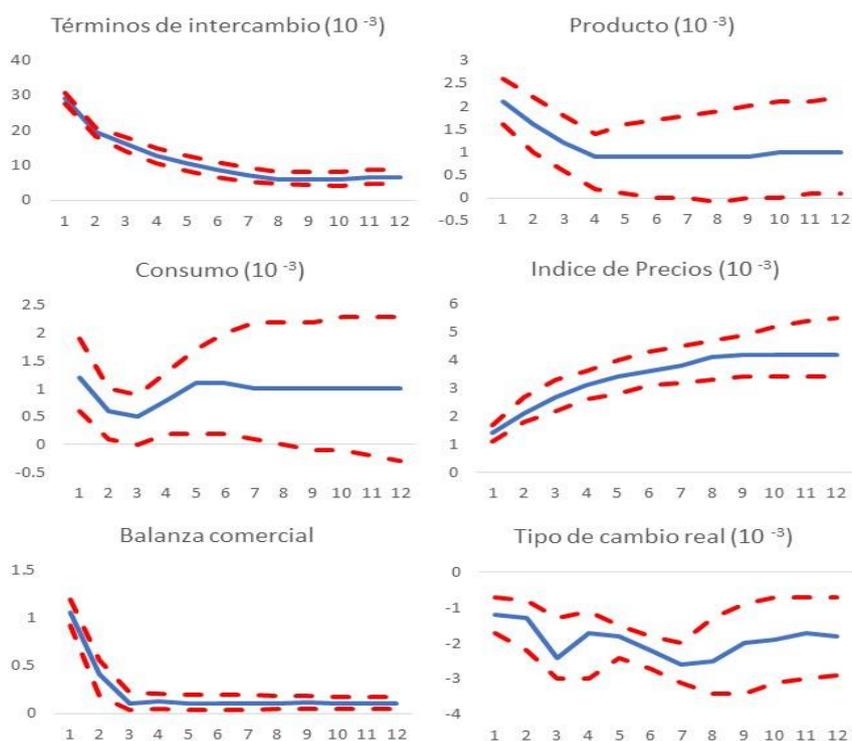
IV. Resultados empíricos

El análisis comienza con el análisis del impulso respuesta estimadas en los SBVAR de todas las variables a un shock no anticipado de una desviación estándar en los términos de intercambio. La identificación del shock no anticipado no difiere con los hallazgos de Zeev, Pappa, y Vicondoa (2017), así como en Schmitt-Grohe y Uribe (2018).

A. Efecto de un shock no anticipado de los términos de intercambio

En particular, el siguiente gráfico muestra la mediana de las funciones impulso respuesta para el conjunto de países analizados ante un shock positivo e inesperado en los términos de intercambio (las bandas o líneas punteadas corresponde al error estándar de la mediana funciones de impulso de los países individuales):

Gráfico 3-a: Shock no anticipado para Centroamérica



Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que se utiliza la mediana, debido a que las impulso respuesta bayesianas no necesariamente son simétricas, por lo que usar la media, puede dar una mala medición de donde está concentrada la distribución, mientras que la construcción de las bandas de confianza con la mediana muestra una mejor concentración de la distribución. Para el conjunto de países en análisis, la mejora no anticipada de los términos de intercambio provoca una respuesta positiva y significativa del producto. Además, se observa un incremento del consumo, una apreciación del tipo de cambio y una mejora de la balanza comercial, así como una mayor inflación. Los resultados están en línea con los hallazgos de Zeev, Pappa y Vicondoa (2017) y Schmitt-Grohé y Uribe (2018).

Por país, los resultados son consistentes, pero con algunas heterogeneidades en las persistencias observadas individualmente. En estos gráficos se remarca que el comportamiento grupal es un reflejo del comportamiento individual, más específicamente se encuentra que un shock positivo no anticipado en los términos de intercambio mejora el producto, el consumo, la balanza comercial, presiona los precios y al tipo de cambio real (se aprecia). Los resultados pueden encontrarse en el anexo B.

Una forma común de medir la importancia de un shock es calcular la fracción de la varianza que explica el shock en los indicadores de estudio. En este sentido, la mediana de la descomposición de la varianza cuantifica que los shocks inesperados de los términos de intercambio (ver Cuadro 3-a), explican en un horizonte de tres años (h=12 trimestres) en promedio un 6% de las fluctuaciones en el producto, un 8% en el consumo, un 26% en los precios, un 7% en la balanza comercial y explican el 12% de las fluctuaciones del tipo de cambio real, denotando el mayor peso sobre el nivel de precios.

Cuadro 3-a: Mediana de la descomposición de la varianza de un shock no anticipado

H	Términos de intercambio	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
1	0.85	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04
6	0.90	0.05	0.07	0.25	0.07	0.11
12	0.90	0.06	0.08	0.28	0.09	0.15
Mediana	0.90	0.06	0.08	0.26	0.07	0.12

Fuente: Elaboración propia.

Según países, el Cuadro 3-b muestra que los resultados son similares con algunas heterogeneidades para las variables de algunos países. En el Salvador y Nicaragua, se muestra un mayor peso relativo en la balanza comercial. En Honduras y Guatemala el mayor peso relativo se encuentra en el tipo de cambio real. En Costa Rica, Honduras y Guatemala, la inflación posee un fuerte peso relativo. Los resultados por país están en el anexo C.

Cuadro 3-b: Descomposición de la varianza de un shock no anticipado, por país para un horizonte de 12 trimestres

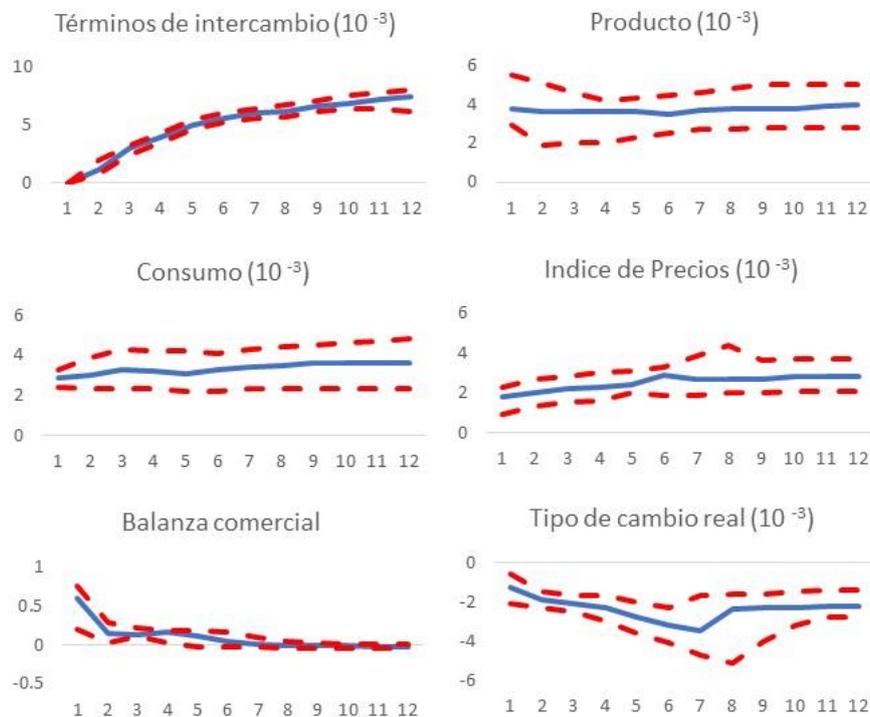
País	Términos de intercambio	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
Costa Rica	0.88	0.06	0.05	0.42	0.06	0.10
El Salvador	0.97	0.03	0.08	0.07	0.37	0.05
Guatemala	0.94	0.04	0.03	0.26	0.07	0.20
Honduras	0.90	0.08	0.08	0.31	0.06	0.32
Nicaragua	0.38	0.08	0.08	0.09	0.32	0.12
Mediana	0.90	0.06	0.08	0.26	0.07	0.12

Fuente: Elaboración propia

B. Efecto de un shock anticipado de los términos de intercambio

En el siguiente gráfico se muestra la mediana de las respuestas de impulso estimadas de todas las variables a un impacto de un shock positivo y anticipado en los términos de intercambio para el conjunto de países estudiados (las bandas o líneas punteadas corresponde al error estándar de la mediana funciones de impulso de los países individuales).

Gráfico 3-b: Shock anticipado para Centroamérica



Fuente: Elaboración propia

Una primera diferencia es que un shock anticipado de los términos de intercambio comienza en cero (supuesto) y luego aumentan gradualmente. Para el conjunto de países

estudiados, como en el caso no anticipado, la mejora anticipada de los términos de intercambio provoca una respuesta positiva y significativa del producto. De igual forma, se registra un incremento del consumo, una apreciación del tipo de cambio y una mejora de la balanza comercial, así como una mayor inflación. Estos resultados son consistentes a los hallazgos de Zeev, Pappa y Vicondoa (2017) y Schmitt-Grohé y Uribe (2018). Por país, los resultados los resultados son consistentes, pero con algunas heterogeneidades, las cuales pueden encontrarse en el anexo D. De esta forma, de forma, el comportamiento grupal es un reflejo del comportamiento individual, donde una mejora anticipada de los términos de intercambio mejora el producto, el consumo, la balanza comercial, presiona los precios y el tipo de cambio real (una apreciación real).

Por su lado, la mediana de la descomposición de la varianza muestra que los shocks anticipados de los términos de intercambio (ver Cuadro 3-c), explican en un horizonte de tres años ($h=12$ trimestres) en promedio un 21% de las fluctuaciones en el producto, un 18% en el consumo, un 14% en los precios, un 22% en la balanza comercial y explican aproximadamente el 14% de las fluctuaciones del tipo de cambio real.

Cuadro 3-c: Mediana de la descomposición de la varianza de un shock anticipado

h	Términos de intercambio	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
1	0.00	0.22	0.15	0.08	0.08	0.06
6	0.06	0.21	0.18	0.14	0.22	0.14
12	0.18	0.22	0.23	0.15	0.23	0.15
Mediana	0.07	0.21	0.18	0.14	0.22	0.14

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 3-d, muestra que por país los resultados son similares, pero con algunas heterogeneidades. Para Costa Rica, se observa un menor peso relativo en los precios y un mayor peso en el tipo de cambio real. En Honduras y Guatemala hay un menor peso relativo en el tipo de cambio real. En Nicaragua y El Salvador se registran los mayores pesos relativos en el producto y los precios. Además, en Honduras y Nicaragua se registran los mayores pesos relativos en la balanza comercial. Los resultados individuales están en el anexo E.

Cuadro 3-d: Descomposición de la varianza de un shock anticipado, por país para un horizonte de 12 trimestres

País	Términos de intercambio	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
Costa Rica	0.07	0.11	0.18	0.07	0.14	0.41
El Salvador	0.02	0.30	0.15	0.26	0.08	0.14
Guatemala	0.04	0.21	0.22	0.06	0.22	0.02
Honduras	0.13	0.17	0.17	0.14	0.52	0.09
Nicaragua	0.18	0.25	0.26	0.17	0.27	0.17
Mediana	0.07	0.21	0.18	0.14	0.22	0.14

Fuente: Elaboración propia

C. Impacto comparativo entre shocks anticipados y no anticipados

En principio, se puede analizar el efecto total de shocks anticipados y no anticipados sobre las variables en análisis, agregando la descomposición de la varianza para ambos tipos de shocks, más específicamente combinando los cuadros 3-b y 3-d. En particular, según la mediana de la descomposición de la varianza de cada uno de los países, el shock total de los términos de intercambio (anticipados y no anticipados), explican en un horizonte de tres años ($h=12$ trimestres) en promedio un 27% de las fluctuaciones en el producto, un 26% en el consumo, un 39% en los precios, un 29% en la balanza comercial y explican el 26% de las fluctuaciones del tipo de cambio real.

Los resultados específicos por país también muestran la relevancia relativa de los términos de intercambio pueden verse en anexos (Cuadro 3-j). De esta manera, hay un peso relativo importante en la variabilidad de la actividad económica proveniente de los términos de intercambio, pero hay un porcentaje relevante de la variabilidad del PIB que depende de otros factores, entre domésticos o externos que son clave para los hacedores de política macroeconómica.

Por su parte, para un comparativo relativo entre ambos shocks, se considera el cociente entre el shock no anticipado y el anticipado, donde se muestra evidencia de que los shocks anticipados de los términos de intercambio en los países en análisis poseen una mayor contribución con respecto a los no anticipados en la variabilidad de los agregados macroeconómicos, con excepción en el nivel de precios. En el caso de la actividad económica, para el conjunto de los países, los shocks no anticipados representan un 27% de los shocks anticipado en la variación del PIB luego de tres años de ocurridos, un patrón que se observa en todos los países, denotando la relevancia de las “noticias en los términos de intercambio” para el diseño y aplicación de política macroeconómica. Los resultados específicos por país y variable pueden verse en anexos (ver anexos en el Cuadro 3-k).

De igual forma, los shocks no anticipados representan un 27% de los shocks anticipado en la variabilidad del consumo, un comportamiento que se cumple para todos los países; un 31% de la variación de la balanza comercial, aunque en el Salvador y Nicaragua, los no anticipados tienen un mayor peso, y por último; los no anticipados representan un 81% de los anticipados de la variabilidad del tipo de cambio real, con excepción de Guatemala y Honduras donde los no anticipados tienen mayor peso en la variabilidad de esta variable. En contraste, efecto en el nivel de precios los shocks no anticipados representan el doble de los anticipados, explicado principalmente por el comportamiento de Costa Rica, Guatemala, y Honduras.

V. Conclusiones

Los países de la región centroamericana tienen muy poca o nula evidencia sobre el efecto de los shocks anticipados sobre los agregados macroeconómicos usando una metodología comparativa. Esta investigación empírica contribuye por brindar nueva evidencia empírica para los países estudiados, y particularmente muestra la relevancia de los shocks anticipados de los términos de intercambio, como fuente de fluctuaciones cíclicas de las economías en desarrollo.

De esta forma, hay nueva evidencia del impacto de shocks anticipados y no anticipados para países en desarrollo, usando una metodología común para brindar resultados comparables, más específicamente mediante un modelo SBVAR basado en el enfoque de la MFEV presentado por Uhlig (2003) y ampliado posteriormente por Barsky y Sims (2011), y Kurmann y Sims (2020). Por ejemplo, el shock anticipado de los términos de intercambio se identifica como el shock que mejor explica la variabilidad del producto, el consumo, la balanza comercial y el tipo de cambio real.

Los resultados del modelo son consistentes con los resultados teóricos del primer ensayo del capítulo 2, con lo cual, para el conjunto de países analizados, la mejora anticipada de los términos de intercambio provoca una respuesta positiva y significativa del producto. Además, se observa un incremento del consumo, una apreciación del tipo de cambio y una mejora de la balanza comercial, así como una mayor inflación. En cuanto a su contribución, se muestra que los shocks anticipados de los términos de intercambio poseen una mayor contribución con respecto a los no anticipados en la variabilidad de los agregados macroeconómicos, con excepción en el nivel de precios.

Así, en el caso de la actividad económica, para el conjunto de los países, los shocks no anticipados representan un 27% del efecto de los shocks anticipados en la variación del PIB luego de tres años de ocurridos, un patrón que se observa en todos los países. De esta manera, se encuentra un peso relativo importante en la variabilidad de la actividad económica proveniente de los términos de intercambio, pero hay un porcentaje relevante de la variabilidad del PIB que depende de otros factores, entre domésticos o externos.

Por tipo de shock en los países estudiados, los movimientos anticipados de los términos de intercambio (aquellos previstos por los agentes observando fundamentos), explican en promedio un 21% de las fluctuaciones en el producto de los países estudiados. Así, el restante 6% se explica por movimientos no anticipados, consistente con los resultados de Schmitt-Grohe y Uribe (2018) que también estiman una contribución menor al 10%. Al igual que en Zeev, Pappa y Vicondoa (2017), esta investigación denota la mayor relevancia de los shocks anticipados con respecto a los no imprevistos, pero que estiman una contribución casi de la mitad de la variación del producto en economías emergentes.

En este contexto, los shocks anticipados juegan un rol muy importante en la generación de las fluctuaciones macroeconómicas, en particular sobre el PIB y sus componentes, y por ende para el diseño de política macroeconómica. Los shocks anticipados en los términos de intercambio son clave porque revelan como nueva información de acceso público (traducido como noticias) acerca de cómo su evolución futura está ligada a fundamentos sólidos en el comportamiento del crecimiento internacional o de algún socio comercial, lo cual debe internalizarse en las expectativas y de los programas macroeconómicos. Sin embargo, en los países en análisis no se diseñan medidas de política macroeconómica para abordar los efectos de los tipos de shocks sobre las fluctuaciones de los ciclos económicos y mitigar los efectos adversos sobre la población.

VI. Referencias bibliográficas

Alvarado, W. (2015). *Un VAR bayesiano de pequeña escala para la economía nicaragüense*. Banco Central de Nicaragua.

Alvarado, W. (2018). *Un análisis de sensibilidad macroeconómica para Nicaragua: un enfoque bayesiano*. Banco Central de Nicaragua.

Auerbach, A. and Gorodnichenko, Y. (2012). *Measuring the Output Responses to Fiscal Policy*. American Economic Journal: Economic Policy.

Arezki, R., Ramey, V., and Sheng, L. (2017). *News Shocks in Open Economies: Evidence from Giant Oil Discoveries*. The Quarterly Journal of Economics.

Barsky, R. and Sims, E. (2011). *News Shocks and Business Cycles*. Journal of Monetary Economics.

Beaudry, P. and Portier, F. (2004a). *An Exploration into Pigou's Theory of Cycles*. Journal of Monetary Economics.

Beaudry, P. and Portier, F. (2005). *The "news view" of economic fluctuations: Evidence from aggregate Japanese data and sectoral US data*. Journal of the Japanese and International Economies

Beaudry, P. and Portier, F. (2006). *Stock Prices, News, and Economic Fluctuations*. American Economic Review.

Borda, P., Manioc, O., and Montauban, J. (2000). *The Contribution of US Monetary Policy to Caribbean Business Cycles*. Social and Economic Studies.

Caceres, L. and Seninger, S. (1980). *Endogenous change in an interregional system of growth centers: An application to the Central American Common Market*. Regional Studies.

Calvo, G. (1983). *Staggered prices in a utility-maximizing framework*. Journal of Monetary Economics.

Chinn, M. D. and Coibion, O. (2014). *The Predictive Content of Commodity Futures*. Journal of Futures Markets.

Chen, Y., Rogoff, K., and Rossi, B. (2010). *Can Exchange Rates Forecast Commodity Prices?* Working Papers, Duke University, Department of Economics.

Dixit, A. and Stiglitz, J. (1977). *Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity*. The American Economic Review.

Fernandez, A., Gonzalez, A., and Rodriguez, D. (2015). *Sharing a Ride on the Commodities Roller Coaster: Common Factors in Business Cycles of Emerging Economies*. Journal of International Economics.

Fiess, N. (2007). *Business Cycle Synchronization and Regional Integration: A Case Study for Central America*. World Bank Economic Review.

Gómez, O. (2006). *Identificación y medición de las contribuciones relativas de los shocks estructurales en la economía nicaraguense*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA).

Garry, S. and Rivas, J. (2016). *An analysis of the contribution of public expenditure to economic growth and fiscal multipliers in Mexico, Central America and the Dominican Republic, 1990-2015*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Husain, A. and Bowman, C. (2004). *Forecasting Commodity Prices: Futures Versus Judgment*. IMF Working Papers.

Kose, A. (2002). *Explaining business cycles in small open economies: 'How much do world prices matter?* Journal of International Economics.

Kose, A. and Rebucci, A. (2005). *How might CAFTA change macroeconomic fluctuations in Central America?: Lessons from NAFTA*. Journal of Asian Economics.

Kurmann, A. and C. Otrok (2013). *News shocks and the slope of the term structure of interest rates*. American Economic Review.

Kurmann, A. and Sims, E. (2020). Shocks, Revisions in Utilization-Adjusted TFP and Robust Identification of News. *The Review of Economics and Statistics*.

Litterman, R. (1980), *A Bayesian Procedure for Forecasting With Vector Autoregression*. Working Paper, Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Economics.

McClelland, D. (1972). *The Central American Common Market: Economic Policies, Economic Growth, and Choices for the future*. London: Praeger Publishers.

Mendoza, E. G. (1995): *The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations*. *International Economic Review*.

Nugent, J. (1974). *Economic integration in Central America: Empirical investigations*. Johns Hopkins Univ. Pr.

Roache, S. (2008). *Commodities and the Market Price of Risk*. IMF Working Papers.

Sánchez Barahona, E.J. (2016). *Evidencia de un ciclo económico común en la Integración Económica Centroamericana: estimación y caracterización mediante un modelo dinámico factorial con cambios de regímenes de Markov*. *Ciencia Económica*.

Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2018): *How Important Are Terms Of Trade Shocks?* *International Economic Review*.

Sims, C. (2002). *The Role of Models and Probabilities in the Monetary Policy Process*. *Brookings Papers on Economic Activity*.

Sosa, S. & Cashin, P. (2013). *Macroeconomic fluctuations in the Eastern Caribbean: The role of climatic and external shocks*. *The Journal of International Trade & Economic Development*

Uhlig, H. (2003): *What Moves Real GNP?*. Humboldt University.

Vargas, Armando Sánchez (2017). *Determinantes de la magnitud de los multiplicadores fiscales y factores que inciden en la política fiscal en Centroamérica, la República Dominicana y México*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Zeev, N., Pappa, E., & Vicendoa, A. (2017). *Emerging economies business cycles: The role of commodity terms of trade news*. *Journal of International Economics*.

VII. Anexos

A. Pruebas de raíz unitaria por país

Cuadro 3-e: Pruebas de raíz unitaria de Costa Rica

Variable	Clemente, Montañes y Reyes			Phillips-Perron	
	Estadístico t	Valor crítico	Fecha de cambio estructural	Estadístico t	P-value
Log (Producto)	-2.8	-5.49	2007q1 , 2014q2	-1.28	0.89
Δ Log (Producto)	-7.5	-5.49	2004q3 , 2008q3	-8.79	0.00
Log (Consumo)	-2.8	-5.49	2007q2 , 2013q1	-1.25	0.90
Δ Log (Consumo)	-7.1	-5.49	2006q3 , 2008q3	-7.50	0.00
Log (Índice de Precios)	-3.2	-5.49	2005q3 , 2010q2	0.50	1.00
Δ Log (Índice de Precios)	-7.3	-5.49	2008q1 , 2013q4	-5.52	0.00
Balanza Comercial	-4.9	-5.49	2008q2 , 2010q4	-1.88	0.13
Δ Balanza Comercial	-9.3	-5.49	2008q3 , 2009q4	-12.10	0.00
Log (Tipo de Cambio real)	-4.5	-5.49	2008q3 , 2011q2	-1.09	0.93
Δ Log (Tipo de cambio real)	-7.2	-5.49	2006q1 , 2013q3	-5.93	0.00
Log (Términos de intercambio)	-3.6	-5.49	2005q2 , 2013q3	-1.92	0.64
Δ Log (Términos de intercambio)	-9.7	-5.49	2008q2 , 2016q3	-7.07	0.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-f: Pruebas de raíz unitaria de El Salvador

Variable	Clemente, Montañes y Reyes			Phillips-Perron	
	Estadístico t	Valor crítico	Fecha de cambio estructural	Estadístico t	P-value
Log (Producto)	-2.7	-5.49	2007q1 , 2014q2	-2.04	0.58
Δ Log (Producto)	-10.8	-5.49	2008q2 , 2009q3	-8.77	0.00
Log (Consumo)	-3.7	-5.49	2005q2 , 2014q2	-1.93	0.64
Δ Log (Consumo)	-12.0	-5.49	2008q4 , 2009q4	-8.93	0.00
Log (Índice de Precios)	-3.4	-5.49	2006q4 , 2011q3	-0.05	0.99
Δ Log (Índice de Precios)	-7.5	-5.49	2008q1 , 2010q4	-7.01	0.00
Balanza Comercial	-4.8	-5.49	2005q4 , 2008q3	-2.68	0.24
Δ Balanza Comercial	-8.7	-5.49	2008q1 , 2008q4	-10.55	0.00
Log (Tipo de Cambio real)	-3.3	-5.49	2007q2 , 2017q1	0.52	1.00
Δ Log (Tipo de cambio real)	-7.3	-5.49	2008q2 , 2010q4	-8.33	0.00
Log (Términos de intercambio)	-4.6	-5.49	2006q4 , 2009q3	-2.95	0.15
Δ Log (Términos de intercambio)	-12.7	-5.49	2008q1 , 2008q4	-11.09	0.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-g: Pruebas de raíz unitaria de Guatemala

Variable	Clemente, Montañes y Reyes			Phillips-Perron	
	Estadístico t	Valor crítico	Fecha de cambio estructural	Estadístico t	P-value
Log (Producto)	-2.8	-5.49	2007q2 , 2013q3	-2.87	0.17
Δ Log (Producto)	-8.7	-5.49	2006q3 , 2008q3	-9.53	0.00
Log (Consumo)	-2.7	-5.49	2008q3 , 2015q3	-2.71	0.23
Δ Log (Consumo)	-10.5	-5.49	2008q1 , 2008q3	-10.45	0.00
Log (Indice de Precios)	-2.5	-5.49	2008q4 , 2015q1	-1.45	0.85
Δ Log (Indice de Precios)	-6.5	-5.49	2006q4 , 2007q4	-4.97	0.00
Balanza Comercial	-2.3	-5.49	2007q3 , 2015q1	-2.18	0.50
Δ Balanza Comercial	-12.7	-5.49	2007q4 , 2008q4	-11.85	0.00
Log (Tipo de Cambio real)	-3.1	-5.49	2005q3 , 2013q3	-2.37	0.40
Δ Log (Tipo de cambio real)	-6.3	-5.49	2007q4 , 2009q4	-5.32	0.00
Log (Términos de intercambio)	-4.5	-5.49	2007q4 , 2015q2	-2.64	0.26
Δ Log (Términos de intercambio)	-21.1	-5.49	2009q2 , 2010q1	-6.70	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-h: Pruebas de raíz unitaria de Honduras

Variable	Clemente, Montañes y Reyes			Phillips-Perron	
	Estadístico t	Valor crítico	Fecha de cambio estructural	Estadístico t	P-value
Log (Producto)	-2.9	-5.49	2005q4 , 2014q3	-1.62	0.78
Δ Log (Producto)	-9.3	-2.96	2008q2 , 2009q2	-8.71	0.00
Log (Consumo)	-3.2	-5.49	2007q1 , 2013q4	-1.36	0.87
Δ Log (Consumo)	-7.3	-5.49	2005q4 , 2006q2	-7.72	0.00
Log (Indice de Precios)	-3.0	-5.49	2007q1 , 2013q1	-0.93	0.95
Δ Log (Indice de Precios)	-6.9	-5.49	2007q3 , 2008q1	-6.10	0.00
Balanza Comercial	-8.6	-5.49	2005q4 , 2008q3	-2.36	0.40
Δ Balanza Comercial	-9.1	-5.49	2008q3 , 2010q2	-9.38	0.00
Log (Tipo de Cambio real)	-4.4	-5.49	2009q2 , 2017q2	-0.10	0.99
Δ Log (Tipo de cambio real)	-6.8	-5.49	2006q1 , 2011q1	-4.65	0.00
Log (Términos de intercambio)	-4.3	-5.49	2006q3 , 2009q2	-2.96	0.14
Δ Log (Términos de intercambio)	-7.5	-5.49	2009q2 , 2011q4	-9.86	0.00

Fuente: Elaboración propia

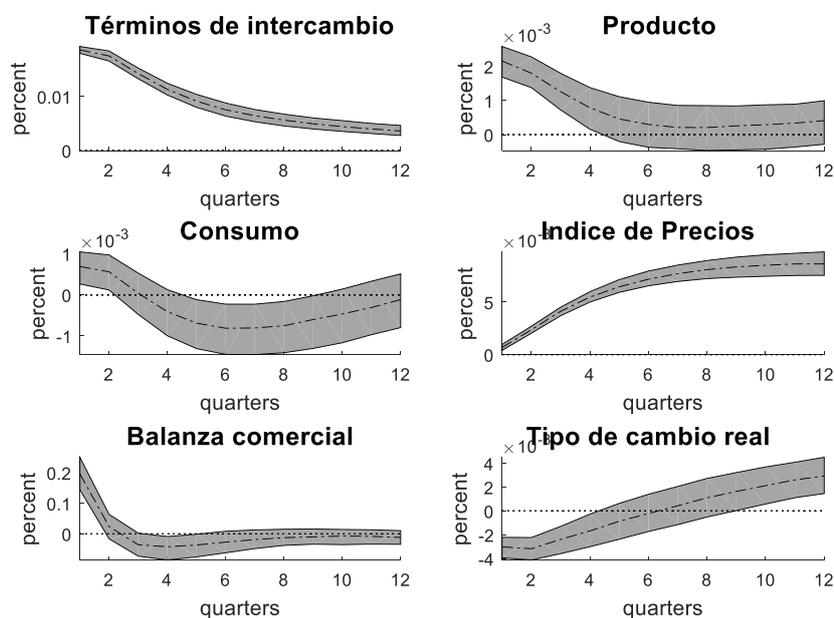
Cuadro 3-i: Pruebas de raíz unitaria de Nicaragua

Variable	Clemente, Montañes y Reyes			Phillips-Perron	
	Estadístico t	Valor crítico	Fecha de cambio estructural	Estadístico t	P-value
Log (Producto)	-3.3	-5.49	2011q4 , 2014q4	-0.80	0.97
Δ Log (Producto)	-6.6	-5.49	2008q2 , 2017q3	-6.94	0.00
Log (Consumo)	-3.6	-5.49	2011q2 , 2014q4	-0.71	0.97
Δ Log (Consumo)	-6.3	-5.49	2017q3 , 2018q4	-9.60	0.00
Log (Índice de Precios)	-2.4	-5.49	2008q4 , 2013q2	-2.12	0.54
Δ Log (Índice de Precios)	-4.6	-3.56	2007q4	-3.83	0.02
Balanza Comercial	-3.2	-5.49	2014q1 , 2017q4	-2.20	0.49
Δ Balanza Comercial	-7.7	-5.49	2009q1 , 2018q1	-11.41	0.00
Log (Tipo de Cambio real)	-4.3	-5.49	2008q1 , 2017q1	-1.94	0.63
Δ Log (Tipo de cambio real)	-6.4	-5.49	2007q4	-3.83	0.02
Log (Términos de intercambio)	-2.4	-5.49	2007q3 , 2008q3	-1.73	0.74
Δ Log (Términos de intercambio)	-7.5	-5.49	2008q3 , 2009q3	-7.61	0.00

Fuente: Elaboración propia

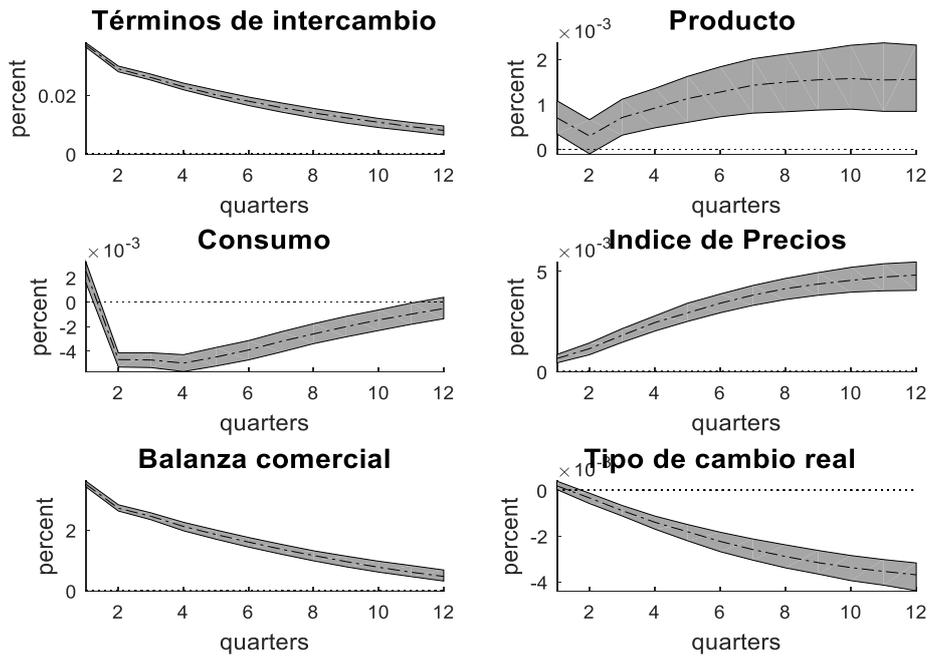
B. Impulsos respuestas de los shocks no anticipados por país

Gráfico 3-c: Impulso respuesta shock no anticipado de Costa Rica (SBVAR)



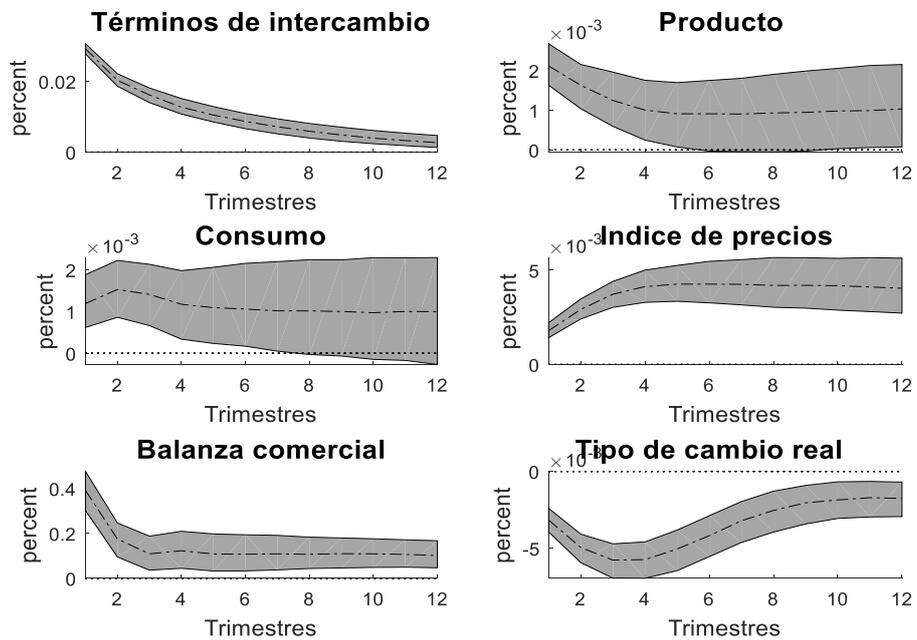
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-d: Impulso respuesta shock no anticipado de El Salvador (SBVAR)



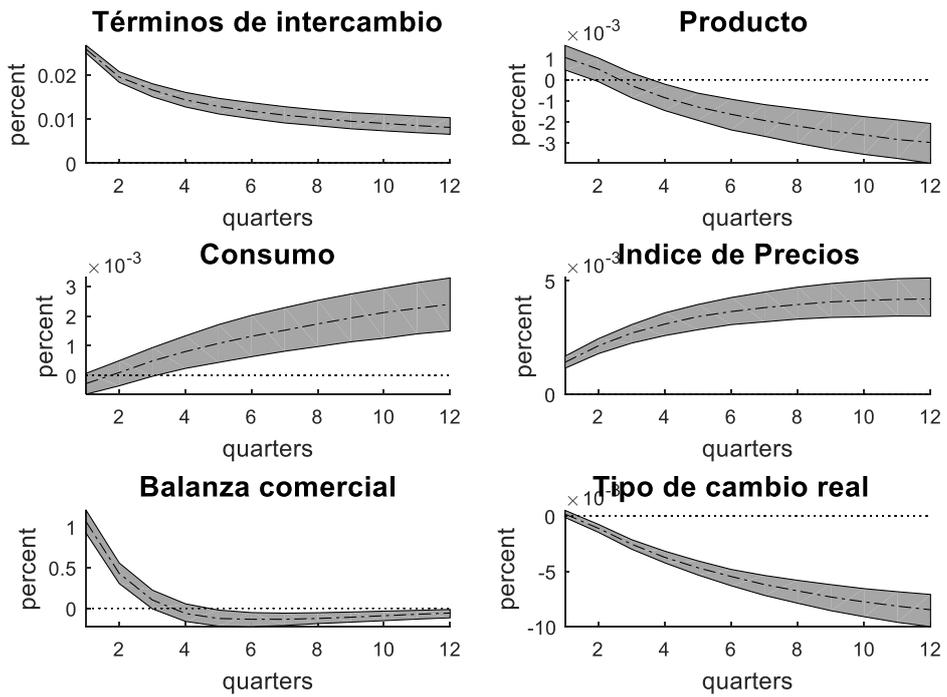
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-e: Impulso respuesta shock no anticipado de Guatemala (SBVAR)



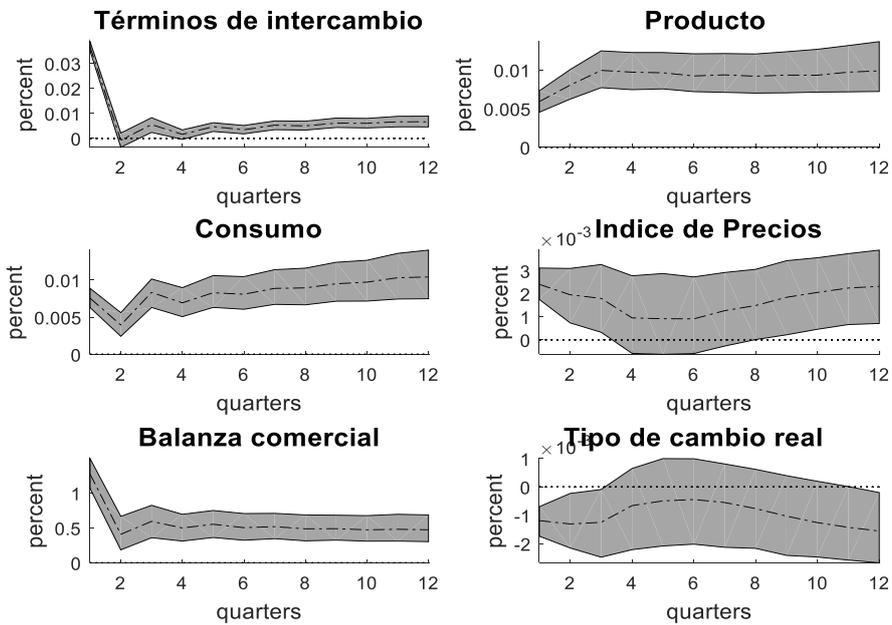
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-f: Impulso respuesta shock no anticipado de Honduras (SBVAR)



Fuente: Elaboración propia

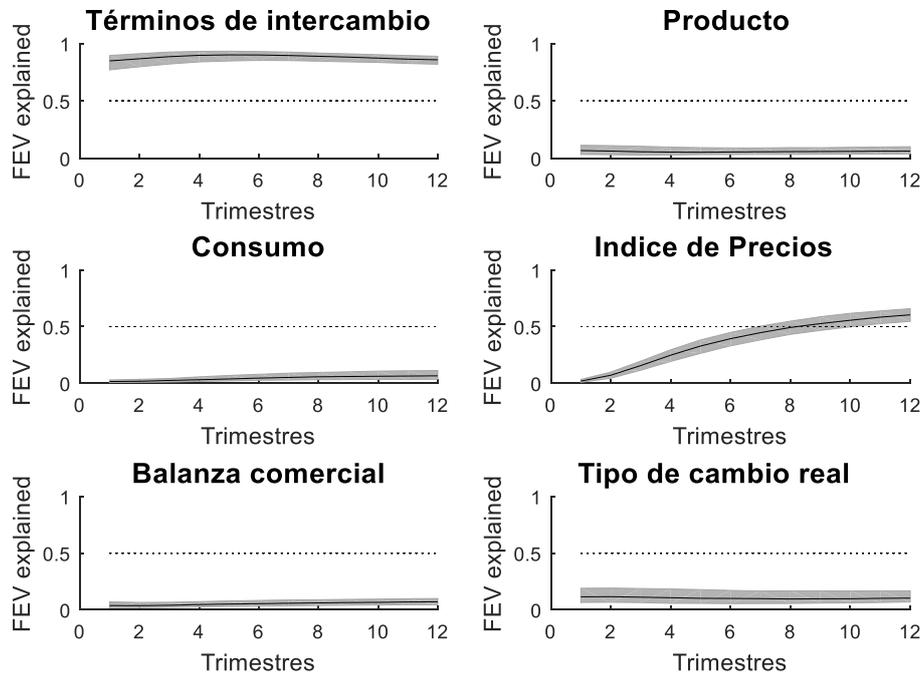
Gráfico 3-g: Impulso respuesta shock no anticipado de Nicaragua (SBVAR)



Fuente: Elaboración propia

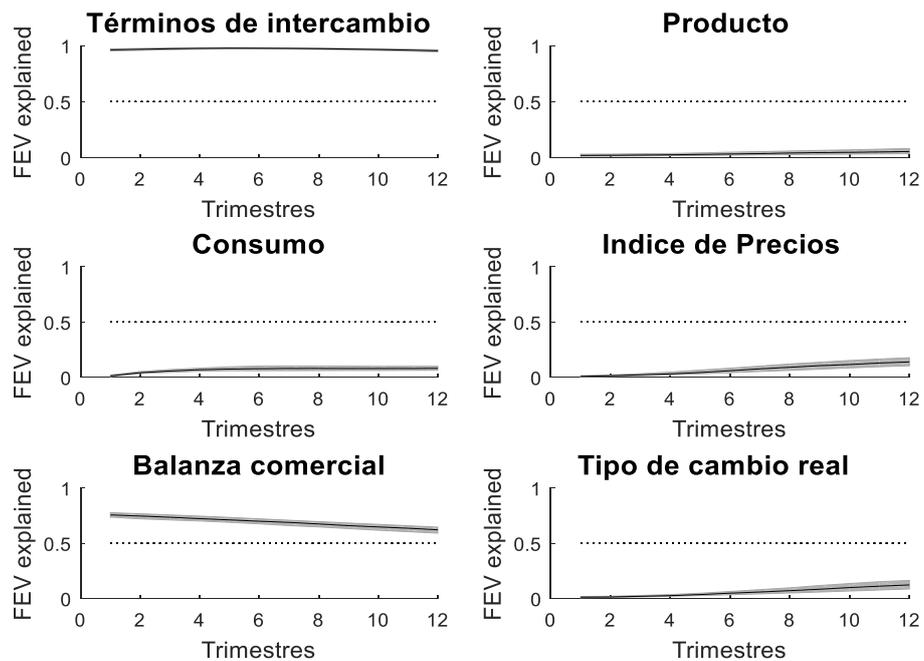
C. Proporción de la variación del error de pronóstico del shock no anticipado por país

Gráfico 3-h: Variación del error de pronóstico no anticipada de Costa Rica



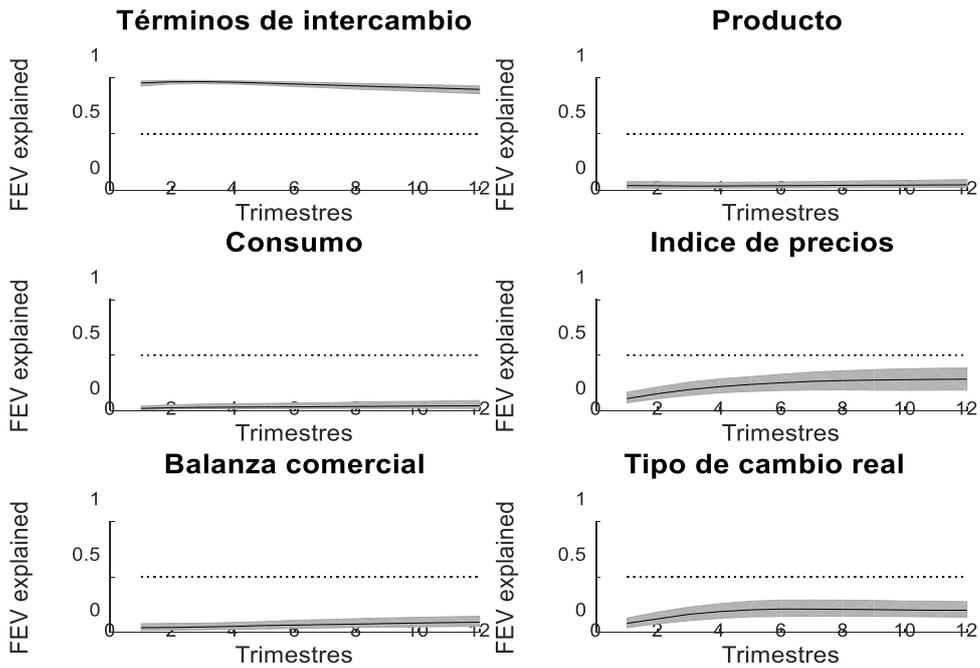
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-i: Variación del error de pronóstico no anticipada de El Salvador



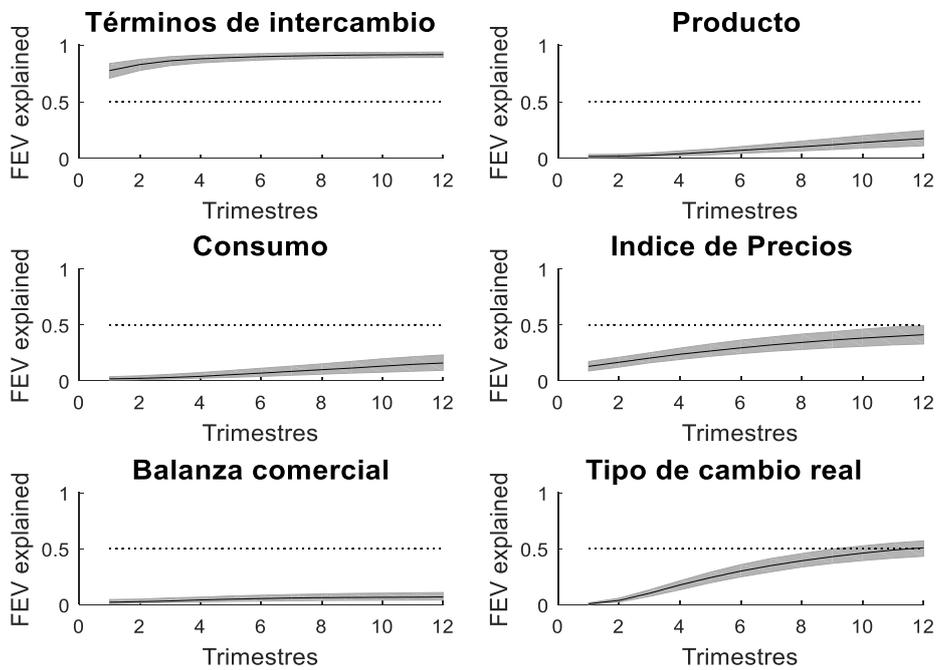
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-j: Variación del error de pronóstico no anticipada de Guatemala



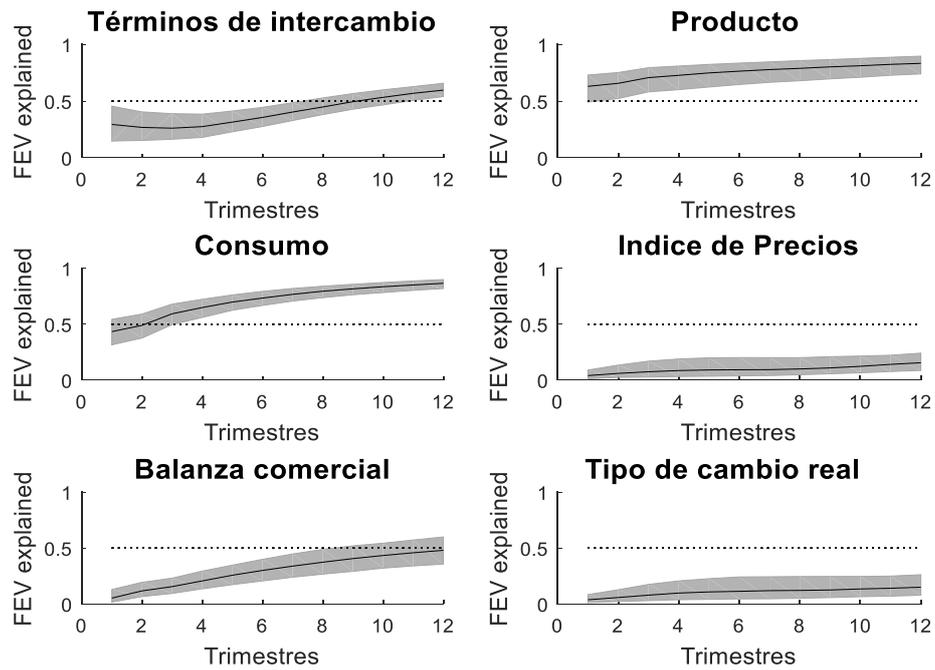
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-k: Variación del error de pronóstico no anticipada de Honduras



Fuente: Elaboración propia

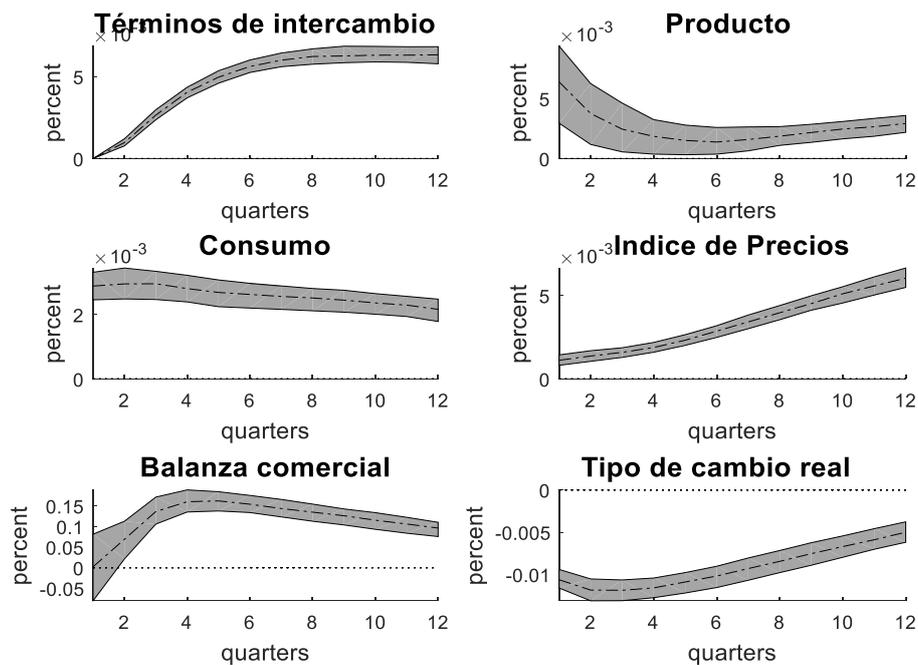
Gráfico 3-l: Variación del error de pronóstico no anticipada de Nicaragua



Fuente: Elaboración propia

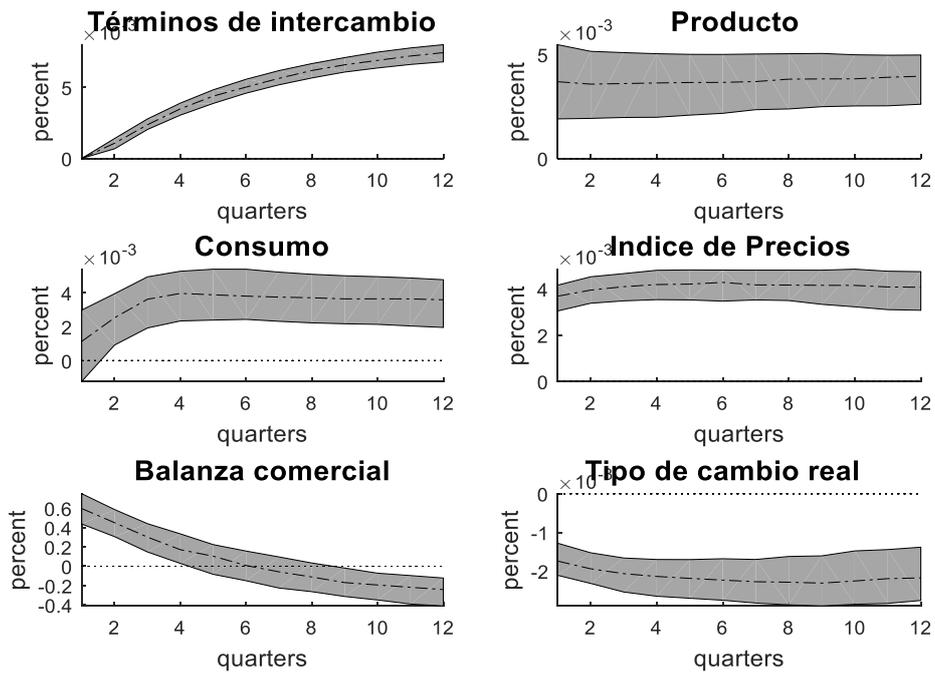
D. Funciones impulsos respuestas de los shocks anticipados por país

Gráfico 3-m: Impulso respuesta shock anticipado de Costa Rica



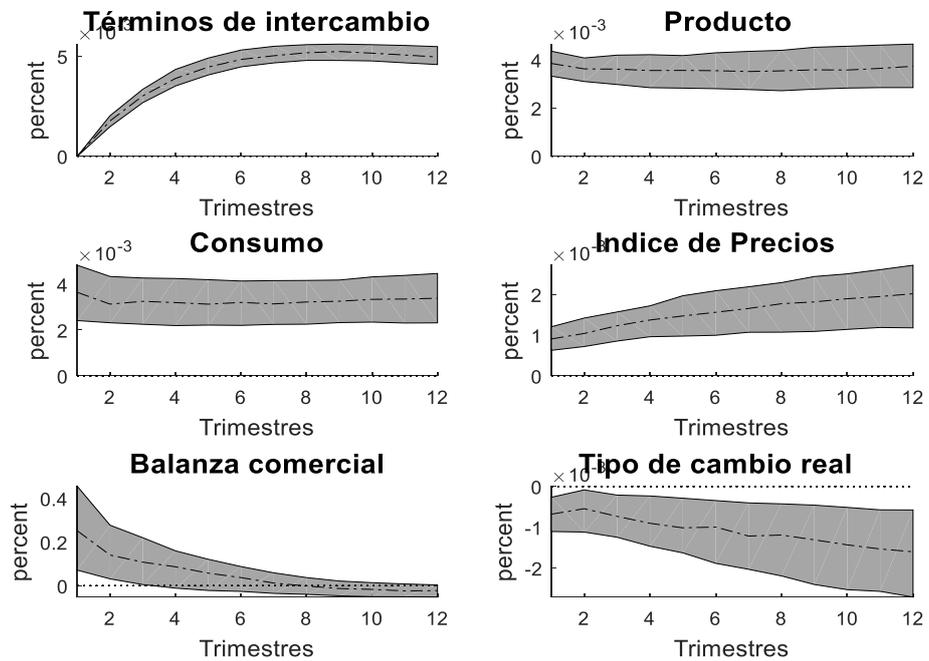
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-n: Impulso respuesta shock anticipado de El Salvador



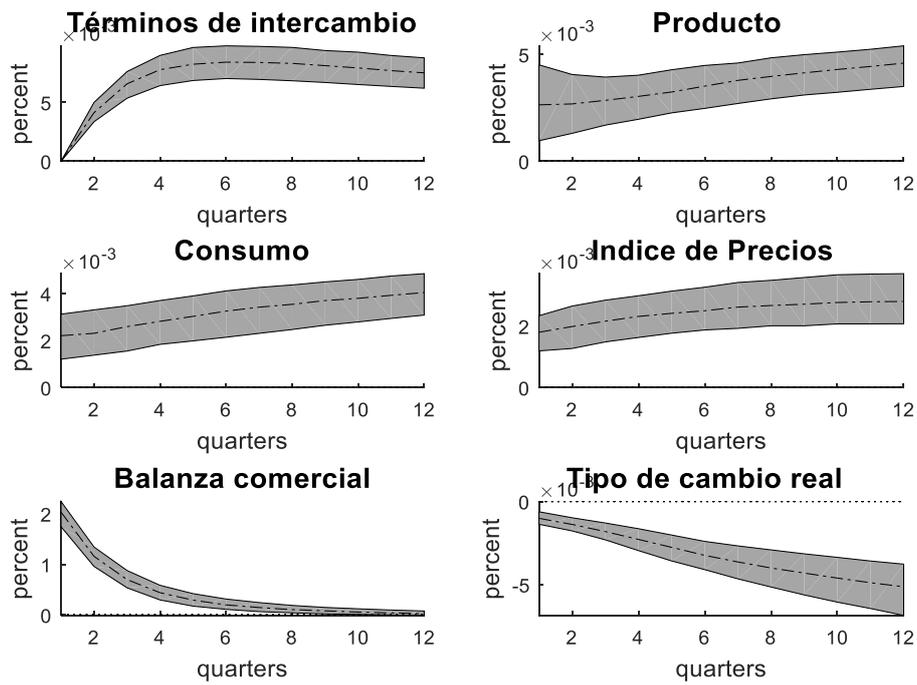
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-o: Impulso respuesta shock anticipado de Guatemala



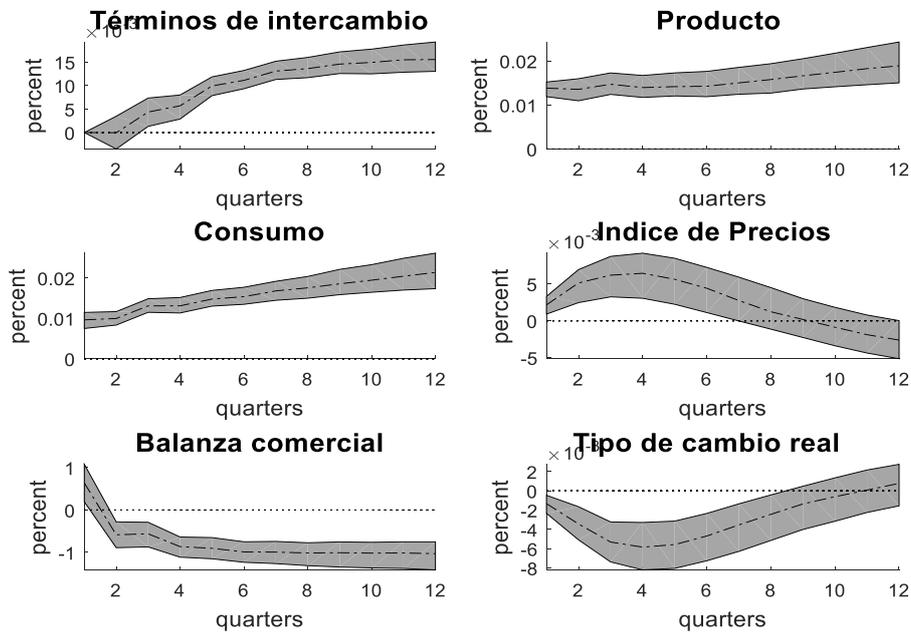
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-p: Impulso respuesta shock anticipado de Honduras



Fuente: Elaboración propia

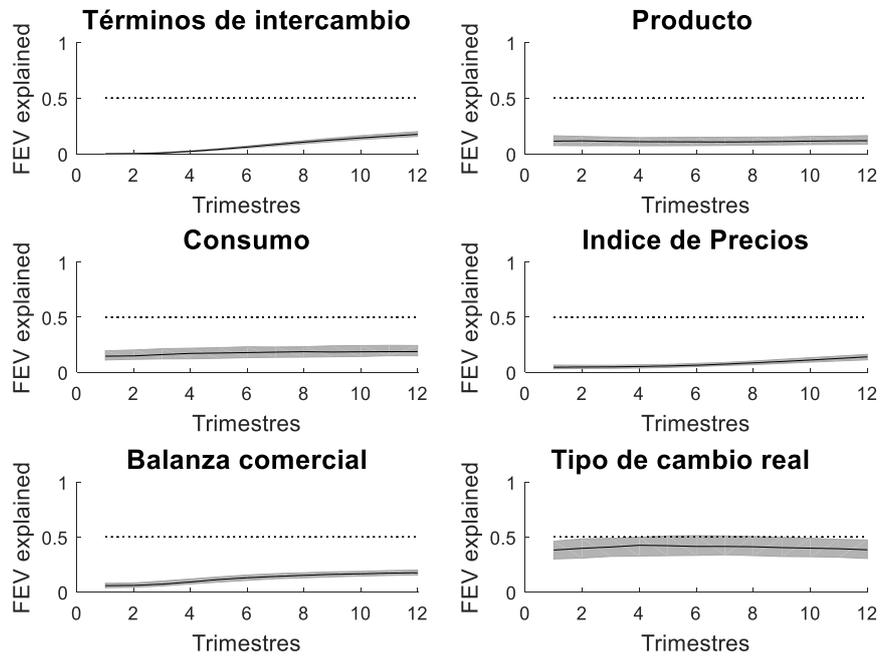
Gráfico 3-q: Impulso respuesta shock anticipado de Nicaragua



Fuente: Elaboración propia

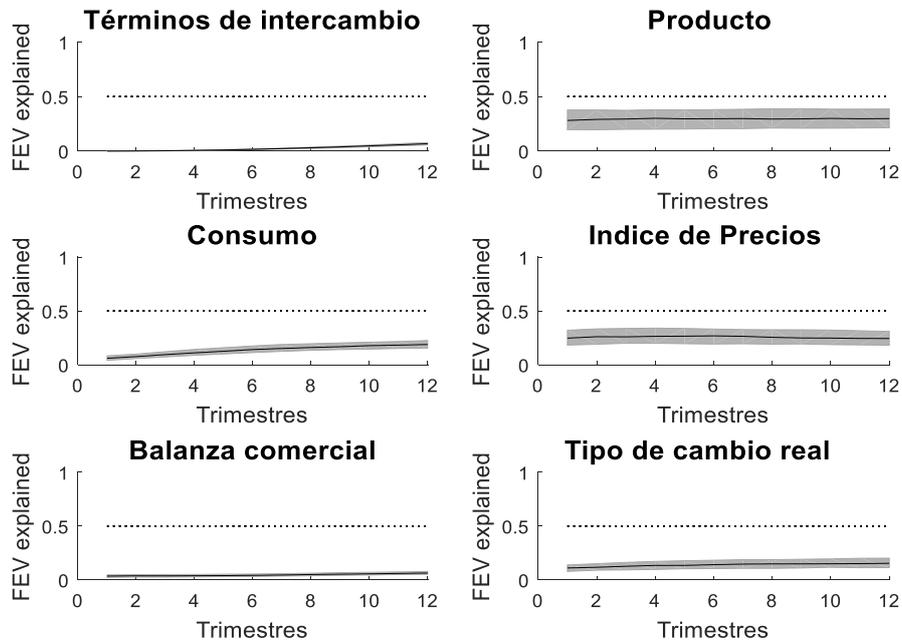
E. Proporción de la variación del error de pronóstico del shock anticipado por país

Gráfico 3-r: Variación del error de pronóstico anticipada de Costa Rica



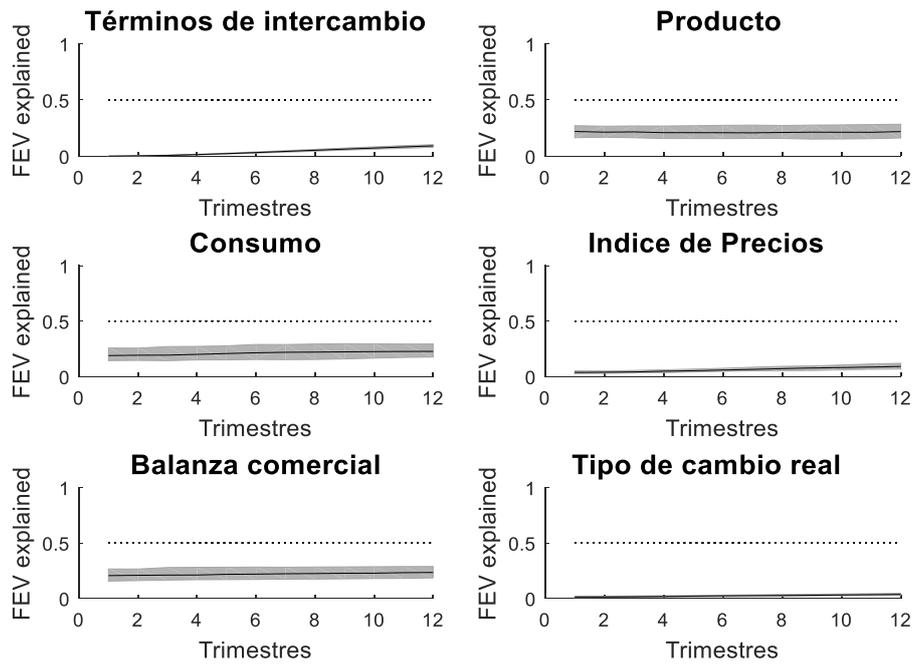
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-s: Variación del error de pronóstico anticipada de El Salvador



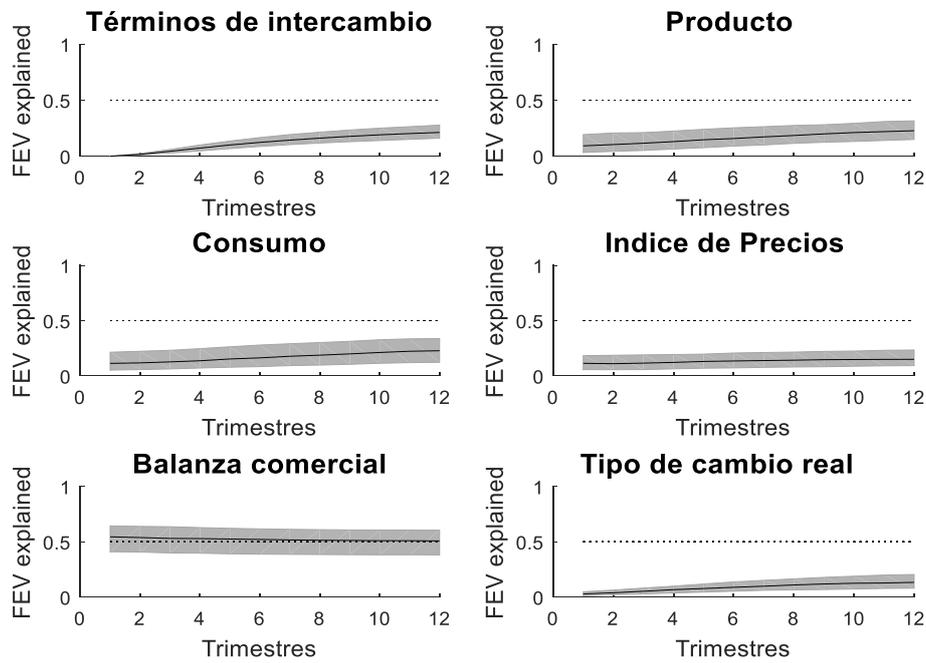
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-t: Variación del error de pronóstico anticipada de Guatemala



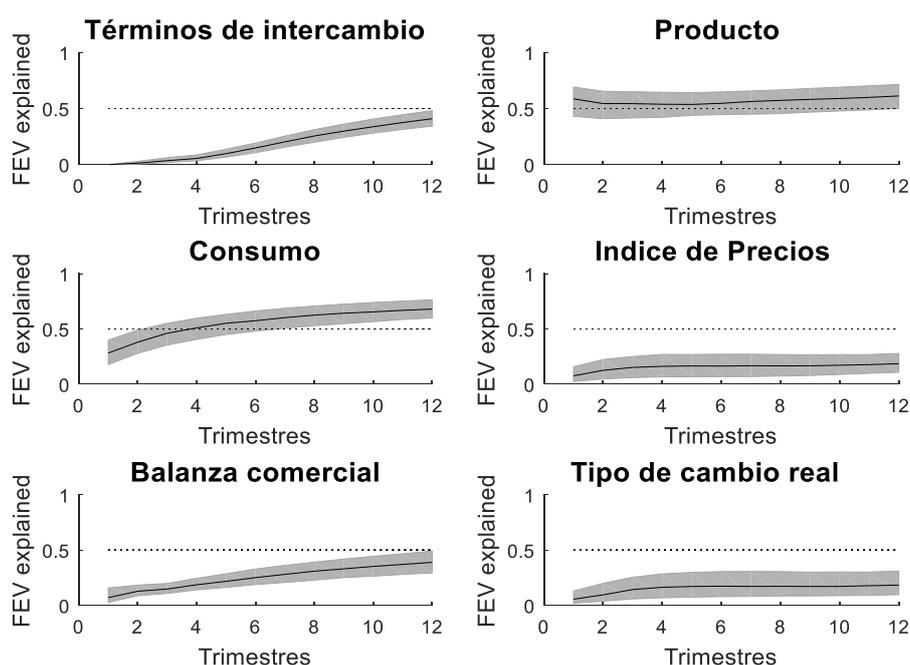
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-u: Variación del error de pronóstico anticipada de Honduras



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3-v: Variación del error de pronóstico anticipada de Nicaragua



Fuente: Elaboración propia

F. Cuadros del impacto comparativo por país

Cuadro 3-j: Descomposición del shock total por país

Países	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
Costa Rica	0.17	0.23	0.49	0.19	0.51
El Salvador	0.33	0.23	0.33	0.45	0.20
Guatemala	0.25	0.25	0.32	0.29	0.22
Honduras	0.25	0.25	0.45	0.58	0.42
Nicaragua	0.33	0.34	0.26	0.59	0.29
Centroamérica	0.27	0.26	0.39	0.29	0.26

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-k: Comparación del peso entre shocks por país

Países	Producto	Consumo	Índice de precios	Balanza comercial	Tipo de cambio real
Costa Rica	0.52	0.27	6.17	0.41	0.25
El Salvador	0.12	0.54	0.27	4.38	0.37
Guatemala	0.19	0.15	4.19	0.31	8.51
Honduras	0.49	0.45	2.25	0.11	3.48
Nicaragua	0.30	0.28	0.56	1.20	0.68
Centroamérica	0.27	0.42	1.9	0.31	0.81

Fuente: Elaboración propia

4. Shocks de términos de intercambio en Centroamérica: Evidencia basada en modelos DSGE bayesianos

I. Introducción

Las economías pequeñas y abiertas de países en desarrollo se definen por dos características; dependen del comercio internacional (abierta), y al mismo tiempo su peso en el comercio internacional no puede afectar los precios de sus importaciones y exportaciones (pequeña). De esta manera, aunque las economías pequeñas dependen del comercio, no pueden afectar factores externos de la economía internacional.

En consecuencia, la única opción para los agentes económicos y los formuladores de políticas es responder "lo mejor" posible, para lo cual se debe saber cómo responde la economía a los cambios exógenos. En este sentido, el ciclo económico de los países estudiados tiene características distintivas que son relevantes estudiar, particularmente requieren un análisis de sus fuentes externas de fluctuación por su papel crucial para los ciclos económicos nacionales, y por ende para diseñar políticas económicas, considerando que existe un ciclo económico común en Centroamérica y es procíclico respecto al crecimiento de la economía de Estados Unidos (Sánchez Barahona, E.J. 2016).

En este contexto, un análisis económico de los países con economías pequeñas y abiertas, intensivas en mano de obra y dependientes de commodities debe incluir el efecto de los términos de intercambio. Por eso, este ensayo realiza estimaciones del impacto de los términos de intercambio para las últimas dos décadas, donde se incluye un supuesto clave: hay shocks anticipados. De esta forma, se hace una evaluación general de los shocks de términos de intercambio para evaluar su papel en la generación de ciclos económicos utilizando un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico ampliado con rigideces reales y nominales para el conjunto de países en análisis.

Además, se aplica una caracterización distintiva desarrollada en el primer artículo del capítulo 2 para poder estudiar los shocks de los términos de intercambio en modelos bajo competencia imperfecta en los ciclos económicos de economías en desarrollo. Los resultados de esta investigación muestran que existe una diferencia fundamental entre el impacto de shocks anticipados y no anticipados en los términos de intercambio sobre la actividad económica en economías pequeñas y abiertas en desarrollo. Las estimaciones muestran que los movimientos anticipados explican alrededor del 27.8% de la variación

del PIB, luego de dos años de ocurridos, por encima del 7.8% de los no anticipados, lo cual tiene relevancia para el diseño y aplicación de política macroeconómica.

II. Antecedentes teóricos y estado de la cuestión

En esta sección se muestra una variada literatura alrededor de los shocks anticipados y no anticipados, estudiados por la macroeconomía moderna con microfundamentos desarrollada en los modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (DSGE), donde particularmente se comienza repasando la evidencia de los estudios iniciales de los shocks anticipados que analizan la productividad total de los factores (PTF por sus siglas en inglés) y luego pasar a la evidencia de los términos de intercambio. Dado el alcance de la presente investigación y el hecho de que todas las economías estudiadas en esta investigación son pequeñas, este análisis se restringe al caso pequeñas economías abiertas.

En el debate sobre el papel de los shocks tecnológicos en las fluctuaciones que existe desde hace más de dos décadas se resalta la diferencia entre shocks anticipados y no anticipados. Las implicaciones de un shock anticipado creíble se pueden examinar en el contexto de economías cerradas y abiertas (pequeñas o grandes). Una investigación influyente de Galí (1999) identifica los choques tecnológicos como la única fuente de cambios a largo plazo para la productividad laboral y encuentra que los insumos laborales disminuyen en respuesta al shock tecnológico positivo en el corto plazo. Su resultado contradice claramente las implicaciones de los modelos básicos de ciclos reales (RBC, por sus siglas inglés). Sin embargo, Beaudry y Portier (2004a) proponen que los choques a los cambios futuros previstos en la tecnología, es decir, los "choques anticipados", pueden generar las fluctuaciones del ciclo económico. Esta posibilidad es interesante ya que brinda una fuente alternativa de ciclos económicos.

Recientemente, existe una literatura de rápido crecimiento con respecto a la teoría del ciclo económico impulsada por los shocks anticipados. Beaudry y Portier (2004b) proponen el primer modelo que produce una expansión con respecto a shocks de productividad anticipada. Su modelo requiere una fuerte complementariedad entre el consumo de bienes duraderos y no duraderos, y del capital como insumo en la producción de bienes de inversión. Luego, Christiano, Motto y Rostango (2007) muestran que la persistencia del hábito y los costos de ajuste de la inversión generan una disminución en el consumo, el empleo y la inversión frente a los shocks anticipados sobre un futuro shock

de la PTF. En su modelo, la sustitución intertemporal en la oferta de trabajo es lo suficientemente grande como para compensar el efecto negativo de la riqueza en el trabajo de un shock anticipado. En un estudio reciente, Kamber et al. (2017) examinan el efecto de un choque anticipado de PTF en pequeñas economías abiertas (por ejemplo, Canadá, Australia, Reino Unido y Nueva Zelanda).

Schmitt-Grohé y Uribe (2012) construyen un marco sobre el modelo del ciclo económico real aumentado con cuatro rigideces reales, que son los costos de ajuste de la inversión, la utilización de la capacidad variable, la formación de hábitos en el ocio y la formación de hábitos en el consumo, y exploran el papel de componente anticipado e inesperado en los cuatro choques estructurales, tales como choques de productividad neutros estacionarios o no estacionarios, choques de productividad no estacionarios específicos de inversión, y choques de gasto del gobierno.

Hay evidencia de un modelo bayesiano DSGE empleado recientemente por algunos investigadores para estudiar diversos problemas relacionados con shocks anticipados. Davis (2007) elige la variable de tasa de interés para identificar los shocks anticipados en un modelo de término estructural, Fujiwara et al. (2008) introducen los componentes de choque anticipados e imprevistos en la PTF en un modelo DSGE y estiman su contribución al ciclo económico. Según las estimaciones bayesianas, el shock anticipado es la fuente importante de las fluctuaciones agregadas.

Khan y Tsoukalas (2012) llevan a cabo una investigación cuantitativa sobre el papel del impacto de los shocks anticipados (noticias) en la PTF y la tecnología específica para la inversión en la generación de fluctuaciones. Se basan en el trabajo de Beaudry y Lucke (2010), pero en su lugar utilizan modelos DSGE estimados, y encuentran que los resultados empíricos cambian bruscamente en diferentes entornos de precio-salario.

La literatura tradicional macroeconómica para economías abiertas había sostenido que los shocks de los términos de intercambio no anticipado son un factor importante de las fluctuaciones cíclicas del producto en los países emergentes y en desarrollo. Mendoza (1995) y Kose (2002) por el lado teórico y Broda (2004) con evidencia empírica, entre otros, reportan una contribución a la variabilidad del PIB entre 30% y 50% debido a un shock no anticipado de términos de intercambio. Dichos resultados se obtienen estimando un proceso estocástico de los términos de intercambio y alimentándolo a un modelo de

ciclo económico real de economía abierta. Mientras tanto, Lubik y Teo (2005), estiman un modelo de economía pequeña abierta utilizando métodos bayesianos de información completa y encuentran que los shocks de tasas de interés son una fuente más importante de los ciclos económicos que los shocks de términos de intercambio.

Ahora bien, la idea de un papel prominente para los shocks anticipados en las fluctuaciones macroeconómicas en el modelo teórico ha dado lugar recientemente a varios artículos. Sin embargo, se han tenido diferencias en modelos empíricos, pues para estos mismos shocks, Schmitt-Grohé y Uribe (2018) encontraron evidencia menos concluyente a la tradicional, cuando al estimar modelos SVAR anuales específicos para 38 países pobres o emergentes, mostraron que los choques de los términos de intercambio explican en promedio el 10% de los movimientos en la actividad agregada. Por lo tanto, es relevante investigar, si el hallazgo empírico está a favor de la teoría de los ciclos económicos impulsados por los shocks anticipados.

Con respecto al tema vinculado a esta investigación, se debe mencionar que la literatura macroeconómica internacional ha mostrado que los shocks a los términos de intercambio fueron un determinante relevante en la variación de la actividad económica de los países en desarrollo, pero esto depende del tipo de shock. El ciclo económico de los países centroamericanos tiene características distintivas que son relevantes de estudiar, en particular, requieren un análisis de sus fuentes externas de fluctuación debido a su papel crucial para los ciclos económicos nacionales. Sin embargo, estas características no se encuentran en modelos macroeconómicos para economías grandes y más desarrolladas. (por ejemplo, Liu et al., 2009; Steinbach et al., 2009; Alpanda et al., 2011; Gupta y Steinbach, 2013). Como resultado, estos modelos no habían logrado capturar una serie de aspectos importantes de las fluctuaciones macroeconómicas en los países en desarrollo.

En este sentido, no investigaciones publicadas referente al estudio de shocks anticipados para explicar la fluctuación macroeconómica para pequeñas economías abiertas como las de América Central. Ahora bien, entre los estudios de la región centroamericana usando modelos de equilibrio general (no todos son DSGE) se tiene a Reiner (1991), Abrego (1999), Gámez (2010), Arriaza Herrera (2008), Acosta, Lartey y Mandelman (2009), Morley, Piñeiro y Robinson (2011a, 2011b), Morley y Piñeiro

(2011), Gallardo (2012), Morley y Piñeiro (2015), Ramírez y Torres (2015), Vargas et al. (2016), y Barquero y Chavez (2017).

En este ensayo, se desarrolla un DSGE bayesiano de tipo nuevo keynesiano usando como elementos de Galí y Monacelli (2005) y a Schmitt-Grohé y Uribe (2012), y Schmitt-Grohé y Uribe (2018), pero incluye una caracterización exógena distintiva de esta investigación de los términos de intercambio que se desarrolló en el primer artículo del capítulo 2, sumado a varias rigideces reales y nominales para representar de una forma más precisa a las economías en análisis.

III. Diseño y estimación de un modelo de un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico

A. Características básicas del modelo

En el primer artículo del capítulo 2 de esta investigación se modificó el esquema Galí y Monacelli (2005) mediante una distinción de los precios internacionales para tener la posibilidad de identificar un shock externo de términos de intercambio. Por un lado, se considera un precio al cual se compite internacionalmente para saber si exportaré más o menos, dado el precio de bienes locales y un tipo de cambio nominal, y por otro, un precio relevante para las importaciones. Luego, se diferencia entre shocks anticipados y no anticipados para denotar su relevancia en su contribución al ciclo económico, tomando elementos de Schmitt-Grohé y Uribe (2012).

En ese sentido, se mostró que se vuelve relevante distinguir entre estos de shocks, ya que tienen diferentes implicaciones para el análisis del ciclo económico, un elemento clave para el diseño de política macroeconómica, donde parte de estos resultados han sido estudiados básicamente en modelos de ciclos reales (por ejemplo, Beaudry y Portier, 2004; Jaimovich y Rebelo, 2009; Schmitt-Grohé y Uribe, 2012; entre otros). Ahora bien, el presente ensayo contribuye a brindar nueva evidencia mediante modelos DSGE bayesianos de tipo nuevo keynesiano para cada uno de los países centroamericanos usando una caracterización exógena distintiva de los términos de intercambio. El modelo teórico presentado en esta investigación corresponde a pequeñas economías abiertas y toma como base a Galí y Monacelli (2005) y a Schmitt-Grohé y Uribe (2012,2018), los cuales son los más utilizados en la literatura para desarrollar el análisis términos de intercambio.

La estructura de los modelos DSGE estimados en el presente ensayo difieren al DSGE utilizado en el primer ensayo del capítulo 2, debido a que se incluyen modificaciones que mejoran la habilidad del modelo para replicar las dinámicas observadas. En principio, se consideran varios shocks para analizar un contexto más realista de la economía (mientras el primer ensayo solo se incluyen los shocks anticipado y no anticipado de términos de intercambio). Así, los procesos exógenos tienen coeficiente de persistencia distinto de cero y hay otros shocks externos y domésticos que se incluyen en el modelo para estudiar su relevancia respecto a los términos de intercambio.

En términos metodológicos, el modelo DSGE está estructurado en la tradición de los nuevos modelos keynesianos y captura las ineficiencias del mercado en forma de rigideces reales y nominales. Seis fuentes de ineficiencia incluidas en el modelo son: (1) mercado de bienes intermedios monopolísticamente competitivo, (2) rigidez de precios en el mercado interno de bienes intermedios, (3) costos de ajuste de inversión, (4) hábitos de consumo, (5) indexación de precios, y (6) costos cuadráticos de portafolio y mercados de activos financieros incompletos.

B. Decisión intratemporal de los hogares

La economía posee cuatro agentes que toman decisiones en base a la maximización de una función objetivo: hogares, productores domésticos e importadores, gobierno y el Banco Central. Los hogares toman tres decisiones en un escenario estocástico: (a) la asignación de recursos al consumo de distintos bienes de consumo en cada periodo, (b) el diseño de un plan de consumo intertemporal (ahorro), y (c) la decisión de cuántas horas de trabajo ofrecer.

En este sentido, como se considera que hay sustitución imperfecta entre los bienes (domésticos e importados), los hogares deben solucionar previamente un problema intratemporal de minimización de gastos. De esta forma, se define un bien de consumo compuesto (c_t) que suma los bienes finales domésticos ($c_{H,t}$) e importados ($c_{F,t}$) con la forma de una CES:

$$c_t = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\eta}} (c_{H,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (\gamma)^{\frac{1}{\eta}} (c_{F,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (1)$$

donde $\gamma \in (0,1)$ es el grado de apertura medido por la participación de las importaciones en el consumo; η mide la elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes domésticos e importados desde el punto de vista de los consumidores nacionales. Se asume que, $0 < \gamma < 1, \eta > 1$. La elasticidad de sustitución entre los bienes producidos en el país y en el extranjero es un parámetro clave en todos los modelos macro de economía abierta, ya que rige la balanza comercial y los términos de intercambio, y afecta el grado en que las perturbaciones pueden transmitirse a través de los países. Con η muy cerca de 1, el parámetro γ es exactamente igual a la proporción de los bienes importados (extranjeros) en el gasto de consumo del hogar i .

La restricción presupuestaria es:

$$P_{H,t}c_{H,t} + P_{F,t}c_{F,t} = Z_t \quad (2)$$

donde $P_{H,t}$ es el precio del bien domestico expresado en moneda nacional; $P_{F,t}$ es el precio del bien externo expresado en moneda nacional; y Z_t es un nivel dado de gasto. La optimización intratemporal de (1) sujeto a (2) da las siguientes demandas relativas:

$$c_{H,t} = (1 - \gamma)(p_{H,t})^{-\eta} c_t \quad (3)$$

$$c_{F,t} = \gamma(p_{F,t})^{-\eta} c_t \quad (4)$$

Donde $p_{H,t} = \frac{P_{H,t}}{P_t}$ y $p_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{P_t}$ son los precios relativos domésticos e importados, respectivamente; y $P_t = \left[(1 - \gamma)(P_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(P_{F,t})^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}$ representa el índice de precios al consumidor a nivel interno (IPC).

Luego, se sustituye (3) y (4) en (1) se obtiene

$$(1 - \gamma)(p_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(p_{F,t})^{1-\eta} = 1 \quad (5)$$

Para introducir capital, análogamente se define una inversión compuesta (i_t) que suma los bienes finales domésticos ($i_{H,t}$) e importados ($i_{F,t}$) con la forma de una CES:

$$i_t = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\eta}} (i_{H,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (\gamma)^{\frac{1}{\eta}} (i_{F,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{1-\eta}} \quad (6)$$

La optimización es análoga, al caso del consumo, dando como resultado

$$i_{H,t} = (1 - \gamma)(p_{H,t})^{-\eta} i_t \quad (7)$$

$$i_{F,t} = (\gamma)(p_{F,t})^{-\eta} i_t \quad (8)$$

C. Decisión intertemporal de los hogares

Se considera un hogar representativo que consume bienes y servicios, acumula activos de capital invertidos, posee bonos nacionales y extranjeros, cuyo pago puede considerarse como ahorros del período anterior, y suministra cierta cantidad de trabajo a empresas. Además, los hogares reciben salarios de acuerdo con las horas trabajadas, ingresos del capital invertido, transferencias sociales, y pagos de bonos. El hogar representativo maximiza la utilidad esperada que está determinada por el consumo de bienes y servicios, la oferta laboral y los saldos reales. En esta sección se introducen rigideces reales, concretamente los costos de ajuste de la inversión y la formación de hábitos en el consumo. Además, se supone que el consumidor enfrenta mercados de activos financieros incompletos.

Las preferencias del hogar representativo están representadas mediante la siguiente función de utilidad del tipo con aversión relativa al riesgo constante (CRRA, por sus siglas en inglés):

$$U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{(c_t - \kappa_c c_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \kappa_L \frac{h_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right) \quad (9)$$

Donde E_0 denota la expectativa condicional en el momento cero; $\beta \in (0,1)$ es el factor de descuento intertemporal; κ_c persistencia de los hábitos del consumo; c_t es un índice de consumo compuesto de bienes domésticos e importados; h_t denota la oferta de trabajo; σ es la elasticidad inversa de la sustitución intertemporal; φ es la elasticidad inversa de la oferta de trabajo con respecto a la tasa salarial real; y κ_L es la desutilidad marginal (costo de la utilidad) de participar en el mercado laboral. Como es usual, se asume que $0 < \beta < 1$, $\sigma > 0$, $\varphi > 0$. La restricción secuencial del hogar es

$$p_t c_t + p_t i_t + b_t + e_t p_t^* b_t^f = p_t r_t^k k_{t-1} + r_{t-1} b_{t-1} + e_t p_t^* r_{t-1}^* b_{t-1}^f + p_t w_t h_t - p_t t_t + p_t \Gamma_t - \frac{\kappa_D e_t p_t^* (b_t^f - \bar{b})^2}{2} \quad (10)$$

Donde c_t es el consumo real del hogar; i_t es la inversión real del hogar; b_t es la tenencia de bonos domésticos y pagan una tasa de interés domestica bruta de r_t ; w_t es el salario nominal; t_t son los impuestos de suma fija; r_t^k es el precio del capital; b_t^f denota la tenencia de un bono extranjero a un período denominado en moneda extranjera y pagan una tasa de interés nominal extranjera bruta de r_t^* ; e_t es el tipo de cambio nominal (el precio de una unidad de moneda extranjera en términos de moneda nacional); p_t^* es el índice de precios al consumidor a nivel externo; y Γ_t son los beneficios reales.

Además, como Boileau y Normandin (2008), se supone que el consumidor enfrenta mercados de activos financieros incompletos, ya que los hogares domésticos pagan un costo de cartera cuadrático, dichos costos están motivados por pequeños costos para comprar el bono. Se asume considera un parámetro constante κ_D , para medir como los hogares cambian su posición financiera con el resto del mundo. Además, como señalan Schmitt Grohé y Uribe (2003), la estacionariedad se induce asumiendo que los agentes se enfrentan a costos convexos para mantener activos en cantidades diferentes de algún nivel a largo plazo. En este caso, el tipo de interés al que los hogares nacionales pueden pedir prestado al resto del mundo es constante e igual al interés mundial.

Además, se introducen costos de ajuste asociados a la inversión, vinculados a la existencia de costos en términos de cambios de inversión entre períodos. La forma habitual de definir la función de los costos de ajuste de la inversión en la acumulación de capital físico es la siguiente (véase, por ejemplo, Christiano, Eichenbaum y Evans, 2005):

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_I}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t \quad (11)$$

Donde κ_I es una constante del costo asociado con el cambio del nivel de inversión, con lo cual, este costo es cero en estado estable, y el costo aumenta en el cambio de la inversión.

Las condiciones de optimalidad de primer orden de los hogares provenientes de maximizar (9) sujeto a (10) y (11) mediante el método de lagrange para cada una de las variables de decisión están dada por:

$$\text{Consumo: } \lambda_t = (c_t - \kappa_c c_{t-1})^{-\sigma} - \kappa_c \beta E_t (c_{t+1} - \kappa_c c_t)^{-\sigma} \quad (12)$$

$$\text{Bonos dom\u00e9sticos: } \lambda_t = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} r_t \frac{p_t}{p_{t+1}} \right) \quad (13)$$

$$\text{Bonos extranjeros: } \lambda_t \left(1 + \kappa_D (b_t^f - \bar{b}) \right) = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} r_t^* \frac{p_t}{p_{t+1}} \frac{e_{t+1}}{e_t} \frac{p_{t+1}^*}{p_t^*} \right) \quad (14)$$

$$\text{Capital: } 1 = \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \frac{[r_{t+1}^k + (1-\delta)q_{t+1}]}{q_t} \right) \quad (15)$$

$$\text{Trabajo: } \kappa_L h_t^\varphi = \lambda_t w_t \quad (16)$$

Inversi\u00f3n:

$$1 = q_t \left[1 - 1 - \frac{\kappa_I}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_I \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right) \right] + \kappa_I \beta E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} q_{t+1} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right)^2 \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right) \right\} \quad (17)$$

Donde q_t y λ_t son los multiplicadores del lagrangeano. Cabe se\u00f1alar que, por un lado, la utilidad marginal del consumo es λ_t , y por otro, q_t como la proporci\u00f3n marginal de la Q de Tobin, definida como: $q_t = \frac{Q_t}{\lambda_t}$. En consecuencia, Q_t representa un multiplicador del problema del lagrangeano, m\u00e1s espec\u00edficamente el precio sombra del capital, y puede definirse como el valor de mercado del total del capital instalado sobre el coste de reposici\u00f3n de dicho capital.

D. Empresas de bienes finales

Se supone que la econom\u00eda tiene dos tipos de empresas: una empresa productora de bienes finales representativa y un continuo de empresas productoras de bienes intermedios. Las empresas representativas perfectamente competitivas del bien final utilizan una tecnolog\u00eda de producci\u00f3n de Dixit y Stiglitz (1977), para producir el valor agregado del bien final dom\u00e9stico, $y_{H,t}$, combinando una gran cantidad de bienes diferenciados, $y_{Hi,t}$, a su vez producidos por empresas monopol\u00edsticamente competitivas. El bien final, $y_{H,t}$ se produce agrupando los bienes intermedios de la siguiente manera:

$$y_{H,t} = \left[\int_0^1 (y_{Hi,t})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (18)$$

donde $y_{Hi,t}$ es un producto o bien intermedio (diferenciado) producido por la firma intermedia i cuyo precio es $P_{Hi,t}$ con $i \in [0,1]$, y $\varepsilon > 1$ mide la elasticidad precio constante de la demanda para cada bien intermedio o elasticidad de sustituci\u00f3n

intratemporal entre bienes diferenciados, y representa el poder de mercado de las empresas que producen bienes intermedios. Además, se utiliza para determinar el margen o precio mark-up en productos diferenciados, lo cual equivale a dar un valor al mark-up del precio de los bienes que fijan las empresas sobre el coste marginal de producción.

El problema de la empresa productora de bienes finales es maximizar sus beneficios:

$$P_{H,t}y_{H,t} - \int_0^1 P_{Hi,t}y_{Hi,t}di \quad (19)$$

Sujeto a (17), donde se obtiene la demanda de un bien diferenciado i

$$y_{Hi,t} = \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} y_{H,t} \quad (20)$$

La expresión (20) denota que la demanda de un bien intermedio i es decreciente con respecto a su precio relativo y creciente con respecto a la producción doméstica del bien final. Ahora bien, el supuesto de competencia perfecta en el mercado de bienes finales permite derivar el precio del bien final. En este sentido, se deriva una expresión para el nivel de precio $P_{H,t}$ en función del precio de los bienes intermedios ($P_{Hi,t}$). El nivel de precios se define como el precio de una unidad del bien final. Por lo tanto, se debe minimizar el gasto $\int_0^1 P_{Hi,t}y_{Hi,t}di$ sujeto a $y_{H,t}=1$, dando como resultado:

$$P_{H,t} = \left[\int_0^1 (P_{Hi,t})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (21)$$

Ahora bien, se debe tener en cuenta que cuando se sustituye (20) en (19), se puede demostrar que los beneficios reales son cero en equilibrio ($\Gamma_t^F = 0$).

E. Empresas de bienes intermedios

Hay un continuo de firmas indexadas $i \in (0,1)$ produciendo una variedad del bien doméstico que es un sustituto imperfecto de las variedades producidas por otras empresas. Dada la sustituibilidad imperfecta, las empresas son monopolísticamente competitivas en el mercado de bienes y enfrentan una función de demanda de bienes con pendiente negativa. Los bienes diferenciados se producen utilizando capital total, $k_{i,t-1}$, y trabajo, $h_{i,t}$, que se combinan en una función de producción de Cobb-Douglas:

$$y_{Hi,t} = a_t k_{i,t-1}^\alpha h_{i,t}^{1-\alpha} \quad (22)$$

Donde a_t es la productividad total de los factores, y sigue un proceso exógeno; α es el peso del capital en la función de producción (elasticidad del producto-capital); $1 - \alpha$ es el peso del trabajo en la función de producción (elasticidad del producto-trabajo).

Ahora bien, como las empresas operan bajo competencia monopolística, fijan el precio de su propio bien sujeto a la demanda de bienes finales (20). Así, uno de los principios básicos de la economía Nueva Keynesiana es que los precios no son perfectamente flexibles a corto plazo. Hay una gran cantidad de razones para que la empresa cobre un nivel diferente de precio respecto al nivel óptimo de precio, generalmente derivado como un margen de ganancia constante sobre el costo marginal. En esta investigación, las empresas pagan los costos de ajuste cuadrático $AC_{i,t}$ en términos nominales, como en Rotemberg (1982) y también aplicado por Schmitt-Grohé y Uribe (2004), pero con indexación:

$$AC_{i,t} = \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{Hi,t-1} \pi_t^I} - 1 \right)^2 P_{Hi,t} y_{Hi,t} \quad (23)$$

Donde π_t^I es tomada como exógena por la empresa i , y tiene la interpretación de variable de “indexación”, con lo cual, los costos de ajuste dependen de que el cambio en el precio de la firma i se diferencie de π_t^I , cambiar los precios por el valor π_t^I es gratis. De esta forma, esto es pensar que los precios se indexan “automáticamente” según π_t^I , y luego se consideran modificaciones alrededor de ese valor. Además, se tiene una medida de la rigidez nominal de los precios en la economía es $\kappa_p > 0$.

De esta forma, se introducen rigideces nominales de precios, donde otro enfoque usual de precios fue introducido por Calvo (1983), en el cual, solo una fracción de empresas pueden fijar el precio en cada período, un enfoque usado a menudo en la literatura de política monetaria óptima. Bajo algunas condiciones, los dos enfoques producen condiciones idénticas bajo una aproximación lineal. En la parte de calibración, se usa la relación de equivalencia lineal para calcular κ_p . Para un análisis detallado de las diferencias entre el enfoque de Calvo y el de Rotemberg, se puede encontrar en Ascari y Rossi (2012).

Ahora bien, el beneficio real de la firma intermedia i , expresado en términos del IPC doméstico es:

$$\Gamma_i^I = p_{Hi,t} y_{Hi,t} - w_t h_{i,t} - r_t^k k_{i,t-1} - \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{Hi,t-1} \pi_t^I} - 1 \right)^2 p_{Hi,t} y_{Hi,t} \quad (24)$$

El problema de optimización de beneficios reales de la firma i , consiste en maximizar (24) sujeto a (20) y (22), el cual resuelto mediante el método de lagrange, brinda las siguientes condiciones de primer orden:

$$\text{Capital: } r_t^k = mc_{i,t} \alpha a_t k_{i,t-1}^{\alpha-1} h_{i,t}^{1-\alpha} \quad (25)$$

$$\text{Trabajo: } w_t = mc_{i,t} (1 - \alpha) a_t k_{i,t-1}^\alpha h_{i,t}^{-\alpha} \quad (26)$$

Precio de la firma intermedia i :

$$\begin{aligned} (1 - \varepsilon) \frac{1}{p_t} \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} y_{H,t} - \frac{\kappa_p}{P_{Hi,t-1} \pi_t^I} \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{Hi,t-1} \pi_t^I} - 1 \right) p_{Hi,t} y_{Hi,t} \\ + \varepsilon mc_{i,t} \frac{y_{Hi,t}}{P_{H,t}} \left(\frac{P_{Hi,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon-1} \\ + \beta E_t \left[\frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \kappa_p \frac{P_{Hi,t+1}}{P_{Hi,t}^2 \pi_{t+1}^I} \left(\frac{P_{Hi,t+1}}{P_{Hi,t} \pi_{t+1}^I} - 1 \right) \right] p_{Hi,t} y_{Hi,t} = 0 \end{aligned} \quad (27)$$

Donde λ_t y $mc_{i,t}$ son multiplicadores de lagrange, particularmente $mc_{i,t}$ es el costo marginal de producir una unidad adicional del producto.

En un equilibrio simétrico, las empresas eligen el mismo precio, mismos insumos y productos, y usando (22) en (25) y (26), se obtiene:

$$r_t^k = \alpha mc_t \frac{y_{H,t}}{k_{t-1}} \quad (28)$$

$$w_t = (1 - \alpha) mc_t \frac{y_{H,t}}{h_t} \quad (29)$$

De igual forma, si se aplica un equilibrio simétrico en la condición de precios, y al hacer simplificaciones, da como resultado la curva de Phillips con indexación:

$$\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right) = \beta E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \frac{\pi_{H,t+1}}{\pi_{t+1}^I} \left(\frac{\pi_{H,t+1}}{\pi_{t+1}^I} - 1 \right) \frac{p_{H,t+1} y_{H,t+1}}{p_{H,t} y_{H,t}} \right] + \frac{\varepsilon}{\kappa_p} \left(\frac{mc_t}{p_{H,t}} - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) \quad (30)$$

$$\text{Con } \pi_t^I = (\pi_{H,t-1})^{ind} (\bar{\pi}_H)^{1-ind} \text{ y } \pi_{H,t} = \frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} = \frac{p_{H,t}}{p_{H,t-1}} \pi_t \quad (31)$$

Donde $\pi_{H,t}$ es la inflación bruta de bienes domésticos y $\bar{\pi}_H$ es su valor en estado estacionario, π_t es la inflación bruta de los bienes consumidos internamente (domésticos y extranjeros). De esta forma, la indexación o componentes backward looking en la regla de fijación de precios, lo cual denota que los precios cambian en cada momento del tiempo, pero solo una fracción lo hace de forma óptima.

Por su parte, aplicando el equilibrio simétrico en los beneficios reales de las firmas intermedias:

$$\Gamma^I = p_{H,t} y_{H,t} - w_t h_t - r_t^k k_{t-1} - \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1} \pi_t^I} - 1 \right)^2 p_{H,t} y_{H,t} \quad (32)$$

F. Sector externo

Al explorar el canal comercial de transmisión de perturbaciones externas, se considera los efectos de los términos de intercambio en las economías estudiadas en esta investigación, bajo el supuesto de la apertura de estas economías y la dependencia de los mercados de materias primas (commodities).

Los términos de intercambio tot_t se determinan como la relación de los precios de bienes domésticos y de importación:

$$tot_t \equiv \frac{P_{H,t}}{P_{F,t}} = \frac{p_{H,t}}{p_{F,t}} \quad (33)$$

Así, los términos de intercambio pueden considerarse como el precio del bien extranjero por unidad del bien doméstico. En particular, $p_{H,t}$ es el precio relativo del bien domestico expresado en moneda nacional $\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)$; $p_{F,t}$ es el precio relativo del bien externo expresado en moneda nacional $\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)$.

Ahora bien, dado que la economía nacional es suficientemente pequeña respecto de la economía extranjera, sin pérdida de generalidad se asume $P_{F,t}^* = P_t^*$, con lo cual, el índice de precios de bienes extranjeros (en moneda nacional) coincide con el índice de precios de bienes importados, ajustado por el tipo de cambio:

$$P_{F,t} \equiv e_t P_t^* \quad (34)$$

Donde P_t^* es el índice de precios de bienes importados (en moneda extranjera) y e_t es el tipo de cambio nominal.

El tipo de cambio real rer_t está basado directamente con el tipo de cambio nominal multiplicado por la relación de los índices de precios en el país (en moneda nacional) y en el extranjero, más específicamente:

$$rer_t \equiv e_t \frac{P_t^*}{P_t} \quad (35)$$

La expresión anterior puede transformarse como

$$\frac{rer_t}{rer_{t-1}} = \Delta e_t \frac{\pi_t^*}{\pi_t} \quad (36)$$

Donde $\pi_t^* \equiv \frac{P_t^*}{P_{t-1}^*}$ es la inflación extranjera bruta, tomada como dada por la economía doméstica, y $\Delta e_t \equiv \frac{e_t}{e_{t-1}}$ es la tasa bruta de depreciación nominal de la moneda nacional. Se supone que la inflación extranjera es constante a lo largo del tiempo:

$$\pi_t^* = \bar{\pi}_t^* \quad (37)$$

Si se combina (34) y (35), $p_{F,t}$ puede ser interpretado como el tipo de cambio real, más específicamente

$$rer_t = p_{F,t} \quad (38)$$

En este sentido, al combinar (4) y (8) se obtiene la demanda doméstica del bien extranjero:

$$m_t \equiv c_{F,t} + i_{F,t} = \gamma (p_{F,t})^{-\eta} (c_t + i_t) \quad (39)$$

Se usa una expresión simétrica para la demanda externa de bienes domésticos:

$$x_t = \gamma^* \left(\frac{P_{H,t}}{e_t P_{X,t}^*} \right)^{-\eta} (y_t^*) = \gamma^* \left(\frac{p_{H,t} p_t^*}{rer_t P_{X,t}^*} \right)^{-\eta} (y_t^*) = \gamma^* (tot)^{-\eta} (p_{X,t}^*)^\eta (y_t^*) \quad (40)$$

Esta parte es relevante en la investigación, ya que usualmente se consideran los términos de intercambio completamente exógenos, para lo cual se define un precio internacional relativo que nos permitirá saber si se exporta más o menos: $p_{X,t}^* = \frac{P_{X,t}^*}{p_t^*}$

De igual forma, se define la balanza comercial como la diferencia entre exportaciones e importaciones:

$$tb_t = xp_t - mp_t \quad (41)$$

Donde $xp_t = p_{H,t}x_t$ y $mp_t = p_{F,t}m_t$

G. Gobierno

El gasto público está compuesto solamente por bienes domésticos, y es financiado por el gobierno con impuestos de suma fija:

$$p_{H,t}g_t = t_t \quad (42)$$

El gasto publico sigue un proceso exógeno autorregresivo.

H. Banco Central

La autoridad monetaria ajusta la tasa de interés nominal en respuesta a las desviaciones de la inflación, el producto, y tipo de cambio con respecto a su estado estacionario. El banco central fija la tasa de interés según la siguiente regla de Taylor:

$$\frac{r_t}{\bar{r}} = \left(\frac{r_{t-1}}{\bar{r}}\right)^{\phi_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right)^{\phi_\pi} \left(\frac{gdp_t}{\bar{gdp}}\right)^{\phi_y} \left(\frac{\Delta e_t}{\bar{\Delta e}}\right)^{\phi_e} \right]^{1-\phi_r} \exp v_t^m \quad (43)$$

Donde el rezago de la tasa de interés sirve para suavizar la tasa de interés mientras $0 \leq \phi_r \leq 1$ es un parámetro de persistencia de esta; ϕ_π , ϕ_y , y ϕ_e son ponderaciones consideradas por la autoridad monetaria sobre la inflación, el PIB y la depreciación del tipo de cambio, respectivamente; \bar{r} , $\bar{\pi}$, \bar{gdp} , $\bar{\Delta e}$ es el estado estacionario de la tasa de interés doméstica, la inflación, el PIB y la depreciación del tipo de cambio nominal, respectivamente; v_t^m es un shock de política monetaria, y $gdp_t \equiv p_{H,t}y_{H,t}$. Se debe tener

en cuenta que, del conjunto de países en análisis, El Salvador es una economía dolarizada³.

I. Condiciones de cierre del modelo

Las condiciones de cierre del mercado de bienes en la economía nacional requieren que la producción nacional sea igual a la suma del consumo interno y el consumo externo de bienes o exportaciones producidos en el país. Esto implica:

$$y_{H,t} = c_{H,t} + i_{H,t} + g_t + x_t + \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right)^2 y_{H,t} \quad (44)$$

donde x_t denota la demanda externa de bienes domésticos. Ahora bien, para cerrar el modelo, se presentan las siguientes ecuaciones de equilibrio. En principio, al sumar (3) y (7), se obtiene:

$$c_{H,t} + i_{H,t} = (1 - \gamma)(p_{H,t})^{-\eta} (c_t + i_t) \quad (45)$$

Donde $y_t^* = c_t^* + i_t^*$ es una medida de demanda extranjera y sigue un proceso exógeno. Por su parte, hay equilibrio en el mercado de los bonos domésticos, es decir, son cero en la oferta neta:

$$b_t = 0 \quad (46)$$

Luego al combinar (10), (44), (45), entre otras se obtiene

$$p_{H,t}(c_{H,t} + i_{H,t} + x_t) = c_t + i_t + rer_t b_t^f - rer_t r_{t-1}^* b_{t-1}^f + \frac{\kappa_D rer_t (b_t^f - \bar{b})^2}{2} \quad (47)$$

Luego se considera que $p_{H,t}c_{H,t} + rer_t c_{F,t} = c_t$ y $p_{H,t}i_{H,t} + rer_t i_{F,t} = i_t$, y combinando con (41) y (47) se obtiene con $d_t = -b_t^f$:

$$tb_t = -rer_t d_t + rer_t r_{t-1}^* d_{t-1} + \frac{\kappa_D rer_t (d_t - \bar{d})^2}{2} \quad (48)$$

³ Ahora se supone de forma ficticia, la existencia de un banco central para mantener el análisis comparable, sumado a que el foco de este ensayo no está en las implicaciones de la política monetaria.

Finalmente, se define $d_t = -b_t^f$ como los activos externos que se deben, y combinando con (47) y (48) se tiene:

$$gdp_t = c_t + i_t + p_{H,t}g_t + tb_t + \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right)^2 p_{H,t}y_{H,t} \quad (49)$$

J. Caracterización de los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio

En esta investigación se aplica una caracterización distintiva para economías en desarrollo de los términos de intercambio planteada en el primer ensayo del capítulo 2. Básicamente, se modifica el esquema Galí y Monacelli (2005) mediante una distinción de los precios internacionales para tener la posibilidad de identificar un shock externo de términos de intercambio. Así, se considera un precio al cual se compite internacionalmente ($P_{X,t}^*$) para saber si exportaré más o menos, dado el precio de bienes locales ($P_{H,t}$) y un tipo de cambio nominal (e_t). Básicamente, se establece el precio internacional relativo que incluye los componentes anticipados y no anticipados de los términos de intercambio:

$$\log(p_{X,t}^*) = \Omega \log(p_{X,t-1}^*) + \varepsilon_t^0 + \varepsilon_{t-4}^4 \quad (50)$$

Donde $p_{X,t}^* = \frac{P_{X,t}^*}{p_t^*}$, p_t^* es el precio relevante para las importaciones; $0 \leq \Omega \leq 1$ es un parámetro de persistencia; ε_t^0 es un shock no anticipado de términos de intercambio, y ε_t^4 es un shock anticipado de términos de intercambio (se suponen 4 trimestres de anticipación, sin pérdida de generalidad). El momento del shock anticipado sigue el tiempo adoptado por Schmitt-Grohé y Uribe (2012) y Khan y Tsoukalas (2012).

K. Caracterización del resto de procesos exógenos

Por el lado de la oferta, se tiene un proceso exógeno autorregresivo de la productividad total de los factores:

$$\log(a_t) = (1 - \theta_a) \log(\bar{a}) + \theta_a \log(a_{t-1}) + v_t^a \quad (51)$$

Donde $0 \leq \theta_a \leq 1$ es un parámetro de persistencia, \bar{a} es la productividad total de los factores de estado estacionario, y v_t^a es un shock no anticipado de productividad del tipo gaussiano i.i.d (independiente e idénticamente distribuida).

De forma análoga por el lado de la demanda, se define un proceso exógeno de política fiscal representado con un proceso autorregresivo:

$$\log(g_t) = (1 - \theta_g) \log(\bar{g}) + \theta_g \log(g_{t-1}) + v_t^g \quad (52)$$

Donde $0 \leq \theta_g \leq 1$ es un parámetro de persistencia; \bar{g} es el gasto publico como porcentaje del producto de estado estacionario, y v_t^g es un shock no anticipado de política fiscal de la forma gaussiano i.i.d (independiente e idénticamente distribuida).

Por el lado monetario, en la regla de Taylor para la tasa de interés doméstica, está incluido un shock no anticipado de política monetaria representado por v_t^m del tipo gaussiano i.i.d (independiente e idénticamente distribuida).

De igual forma, se considera que el producto externo sigue un proceso autorregresivo:

$$\log(y_t^*) = (1 - \theta_y) \log(\bar{y}^*) + \theta_y \log(y_{t-1}^*) + v_t^y \quad (53)$$

Donde $0 \leq \theta_y \leq 1$ es un parámetro de persistencia; \bar{y}^* es el producto externo de estado estacionario, v_t^y es un shock no anticipado del producto externo.

L. Condiciones de equilibrio del modelo

En resumen, al combinar definiciones planteadas las condiciones de equilibrio del modelo son las siguientes:

$$\lambda_t = (c_t - \kappa_c c_{t-1})^{-\sigma} - \kappa_c \beta E_t (c_{t+1} - \kappa_c c_t)^{-\sigma} \quad (54)$$

$$\lambda_t = \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1} r_t}{\pi_{t+1}} \right) \quad (55)$$

$$\lambda_t (1 - \kappa_D (d_t - \bar{d})) = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} r_t^* \frac{rer_{t+1}}{rer_t} \right) \quad (56)$$

$$1 = \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1} [r_{t+1}^k + (1 - \delta)q_{t+1}]}{\lambda_t q_t} \right) \quad (57)$$

$$\kappa_L h_t^\varphi = \lambda_t w_t \quad (58)$$

$$1 = q_t \left[1 - 1 - \frac{\kappa_I}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_I \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right) \right] + \kappa_I \beta E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} q_{t+1} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right)^2 \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right) \right\} \quad (59)$$

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_I}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t \quad (60)$$

$$y_{Ht} = a_t k_{t-1}^\alpha h_t^{1-\alpha} \quad (61)$$

$$r_t^k = mc_t \alpha a_t k_{t-1}^{\alpha-1} h_t^{1-\alpha} = mc_t \alpha k_{t-1}^{-1} y_{Ht} \quad (62)$$

$$w_t = mc_t (1 - \alpha) a_t k_{t-1}^\alpha h_t^{-\alpha} = (1 - \alpha) mc_t \frac{y_{H,t}}{h_t} \quad (63)$$

$$\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right) = \beta E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \frac{\pi_{H,t+1}}{\pi_{t+1}^I} \left(\frac{\pi_{H,t+1}}{\pi_{t+1}^I} - 1 \right) \frac{p_{H,t+1} y_{H,t+1}}{p_{H,t} y_{H,t}} \right] + \frac{\varepsilon}{\kappa_p} \left(\frac{mc_t}{p_{H,t}} - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) \quad (64)$$

$$\pi_{H,t} = \frac{p_{H,t}}{p_{H,t-1}} \pi_t \quad (65)$$

$$(1 - \gamma)(p_{H,t})^{1-\eta} + \gamma(rer_t)^{1-\eta} = 1 \quad (66)$$

$$y_{H,t} = (1 - \gamma)(p_{H,t})^{-\eta} (c_t + i_t) + g_t + \gamma^*(tot)^{-\eta} (p_{X,t}^*)^\eta (y_t^*) + \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right)^2 y_{H,t} \quad (67)$$

$$tb_t = -rer_t d_t + rer_t r_{t-1}^* d_{t-1} + \frac{\kappa_D rer_t (d_t - \bar{d})^2}{2} \quad (68)$$

$$gdp_t = c_t + i_t + p_{H,t} g_t + tb_t + \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{\pi_{H,t}}{\pi_t^I} - 1 \right)^2 p_{H,t} y_{H,t} \quad (69)$$

$$\frac{r_t}{\bar{r}} = \left(\frac{r_{t-1}}{\bar{r}} \right)^{\phi_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{gdp_t}{gdp} \right)^{\phi_y} \left(\frac{\Delta e_t}{\Delta e} \right)^{\phi_e} \right]^{1-\phi_r} \exp v_t^m \quad (70)$$

$$gdp_t \equiv p_{H,t} y_{H,t} \quad (71)$$

$$\frac{rer_t}{rer_{t-1}} = \Delta e_t \frac{\pi_t^*}{\pi_t} \quad (72)$$

$$xp_t = p_{H,t} \gamma^*(tot)^{-\eta} (p_{X,t}^*)^\eta (y_t^*) \quad (73)$$

$$mp_t = \gamma (rer_t)^{1-\eta} (c_t + i_t) \quad (74)$$

$$tb_t = xp_t - mp_t \quad (75)$$

$$tot_t \equiv \frac{p_{H,t}}{rer_t} \quad (76)$$

$$\pi_t^I = (\pi_{H,t-1})^{ind} (\bar{\pi}_H)^{1-ind} \quad (77)$$

$$\log(p_{X,t}^*) = \Omega \log(p_{X,t-1}^*) + \varepsilon_t^0 + \varepsilon_{t-4}^4 \quad (78)$$

$$\log(a_t) = (1 - \theta_a) \log(\bar{a}) + \theta_a \log(a_{t-1}) + v_t^a \quad (79)$$

$$\log(gob_t) = (1 - \theta_g) \log(\bar{g}) + \theta_g \log(gob_{t-1}) + v_t^g \quad (80)$$

$$\log(y_t^*) = (1 - \theta_y) \log(\bar{y}^*) + \theta_y \log(y_{t-1}^*) + v_t^y \quad (81)$$

M. Tratamiento de datos y su medición

Los modelos DSGE fueron estimados (con algunos parámetros calibrados que se describe en la siguiente sección) con datos trimestrales de 5 países y las muestras son las siguientes: Costa Rica 2000: T1-2019: T4; El Salvador 2000: T1-2019: T4; Guatemala 2001: T1-2019: T4; Honduras 2000: T1-2018: T4, y Nicaragua 2006: T1- 2019: T4. Los países seleccionados tienen que cumplir con el criterio de continuidad en los datos, por lo que se excluyó a Belice; en el caso de Panamá se excluyó por una estructura productiva diferenciada. Para efectuar la estimación Bayesiana de los parámetros se seleccionaron 6 variables endógenas observables: Producto Interno Bruto, Consumo, Inversión, tipo de cambio real, inflación, y producto mundial. Los datos se obtuvieron del Consejo Monetario Centroamericano (SECMCA) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

El tratamiento de datos para las estimaciones bayesianas se hizo acorde a lo recomendado por DeJong y Chetan (2011) y Pfeifer (2014). En primer lugar, se desestacionalizaron las series utilizando el algoritmo Census X-12. En segundo lugar, fue aplicado el filtro de Hodrick Prescott con $\lambda = 1,600$, utilizado usualmente para datos trimestrales. Luego se estimó el desvío porcentual de cada variable (\hat{y}_t) como la diferencia logarítmica entre la variable el logaritmo de la variable desestacionalizada (y_{sat}) y el logaritmo de su tendencia (y_{tend_t}) de la siguiente manera (con excepción de la inflación):

$$\hat{y}_t = \log(y_{sat}) - \log(y_{tend})$$

N. Calibración, estado estacionario y estimación bayesiana del modelo

En principio, se comienza con la calibración de los parámetros comunes para datos trimestrales, los cuales serán obtenidos de otros artículos referencia y de elaboración propia, más específicamente:

Cuadro 4-a: Descripción de parámetros calibrados comunes

Parámetro	Descripción	Valor	Referencia
Hogares			
β	Tasa de descuento	0.99	Schmitt-Grohé y Uribe (2012)
σ	Inversa de la elasticidad de la sustitución intertemporal en el consumo	2.96	Berg et al. (2012); Kose y Reizman (2001)
φ	Elasticidad inversa de la oferta laboral	2	Berg et al. (2010)
δ	Tasa de depreciación	0.025	Christiano et al. (2005)
η	Elasticidad de sustitución intratemporal del consumo entre el hogar y los bienes extranjeros.	1.5	Chari, Kehoe y McGrattan (2002)
Firmas			
ε	Elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes diferenciados	6	Rotemberg y Woodford (1992).

Fuente: Elaboración propia

Para la especificación de los shocks de la economía extranjera (inflación, tasa de interés, y producto externo), se supone que está representada por los datos de Estados Unidos (EE.UU.), para lo cual los datos deben estar desestacionalizados. Los datos de EE.UU, se obtuvieron del Banco de la Reserva Federal de San Luis (<https://fred.stlouisfed.org/>)

Ahora sigue la calibración del resto de parámetros para cada uno de los países en análisis y para su estimación se utilizará el análisis de estado estacionario. Primero, se normaliza $\bar{y}_H = 1$ y $\bar{p}_H = 1$. Luego de, se deduce de (71) que $gdp = \bar{p}_H \bar{y}_H = 1$. Ahora bien, el tipo de cambio real en estado estacionario se obtiene de (70). La tasa de interés domestica se obtiene de (55): $\bar{r} = \frac{\bar{\pi}}{\beta}$. La tasa de interés externa de (56): $\bar{r}^* = \frac{1}{\beta}$. El precio del capital de (57): $\bar{r}^k = \frac{1}{\beta} - (1 - \delta)$. La proporción marginal de la Q de Tobin de (59): $\bar{q} = 1$. El costo marginal de producir una unidad adicional del producto de (64): $\bar{m}\bar{c} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$. El capital físico de (62): $\bar{k} = \frac{\alpha \bar{m}\bar{c} \bar{y}_H}{\bar{r}^k}$. La inversión de (60): $\bar{i} = \delta \bar{k}$. En el caso del número de horas trabajadas en estado estacionario se toma como: $\bar{h} = 1/3$. El salario de (63): $\bar{w} = \frac{\bar{m}\bar{c}(1-\alpha)\bar{y}_H}{\bar{h}}$.

La inflación total de la economía total del país en análisis es: $\pi = \bar{\pi}$. La inflación domestica se obtiene de (65): $\bar{\pi}_H = \bar{\pi}$. Además, de (77) se obtiene $\bar{\pi}_t^l = \bar{\pi}_H$. Ahora se define el consumo de (67) $c = (\bar{y}_H - g - \gamma^*) / (1 - \gamma) - i$, donde g se calibra como el valor histórico del gasto público como porcentaje del PIB en términos reales con datos individuales para cada país. El valor de la $\bar{t}b$ se obtiene de (68) y (75), y luego se definen los activos externos netos como $\bar{d} = \frac{tb}{rer(\bar{r}^* - 1)}$. Con esto se calibra la utilidad marginal del consumo de (54): $\bar{\lambda} = (1 - \kappa_c * \beta) * (c - \kappa_c * c)^{-\sigma}$.

La depreciación de la moneda (72): $\bar{\Delta e} = \frac{\bar{\pi}}{\bar{\pi}^*}$. Las importaciones de (74): $\bar{m}\bar{p} = \gamma(\bar{rer})^{1-\eta}(\bar{c} + \bar{i})$. Los términos de intercambio de (76): $\bar{tot} = \frac{\bar{p}_H}{\bar{rer}} = 1$. El producto mundial de (80): $\bar{y}^* = 1$. Ahora se procede a calibrar los parámetros, particularmente se puede calibrar la desutilidad marginal (costo de la utilidad) de participar en el mercado laboral de (58): $\kappa_L = \frac{\bar{\lambda}\bar{w}}{\bar{h}\varphi}$.

Con respecto a la participación del capital (α) en la función de producción, se debe señalar que, en trabajos del análisis de crecimiento para países en desarrollo, como el de Fossati et al. (2005) usan un valor de 0.35, similar a Gollin (2002) quien encuentra que la participación del capital varía entre 0.25 y 0.4, con lo cual, se fija el parámetro de capital entre 0.3 a 0.4.

La metodología de estimación bayesiana tiene varias ventajas en la estimación de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general luego de las publicaciones de Smets y Wouters (2003a, 2003b, y 2003c). Primero, permite la estimación del conjunto completo de parámetros del modelo, y combinarlos o usarlo en lugar de la calibración tradicional de modelos o de estimación econométrica de las ecuaciones de estos, los cuales se basan en la estimación individual de cada parámetro.

Además, se puede usar una distribución a priori para cada parámetro del modelo, la cual permite introducir las creencias sobre los valores que pueden tomar los parámetros, con lo cual, el valor estimado de cada parámetro se restringe alrededor de un conjunto de valores permisibles usando como guía la teoría o la intuición económica. De igual forma, la estimación bayesiana puede también aplicarse a la estimación de los choques externos, lo cual contribuye a reducir posibles problemas de especificación en los modelos

estimados. Finalmente, la estimación bayesiana puede lograr especificaciones más adecuada para efectos de análisis y pronósticos.

En el anexo A, se muestra con las distribuciones a priori, con las especificaciones para cada parámetro específico, y la estimación de la posteriori. Para las desviaciones estándar de los shocks y sus respectivas persistencias (11 parámetros) se usan distribuciones normales truncadas, que nos permita acotar los resultados. De igual forma, en el resto de los 9 parámetros se usan distribuciones normales truncadas y distribuciones beta. La distribución beta es útil porque restringe los antecedentes en los parámetros del modelo al intervalo de unidad abierta. En el caso de los parámetros que representan a las rigideces reales como kappaD (κ_D) y kappaP (κ_p) se utilizan los siguientes valores iniciales de sus medias en las distribuciones a priori. Para el valor inicial del costo de portafolio cuadrático se sigue la propuesta de Boileau a Normandin (2008): $\kappa_D = 0.01\beta^2$. Con respecto al parámetro de rigidez de precios de la economía se realiza una comparación entre las pendientes de las curvas Phillips de Rotemberg y Calvo respectivamente, con lo cual, se obtiene una relación de equivalencia lineal, donde el parámetro de la fijación de precios de Rotemberg es dependiente del parámetro de rigidez a la Calvo (calv):

$$\kappa_p = \frac{(\varepsilon - 1)(calv)\kappa_w}{(1 - calv)(1 - \beta calv)}$$

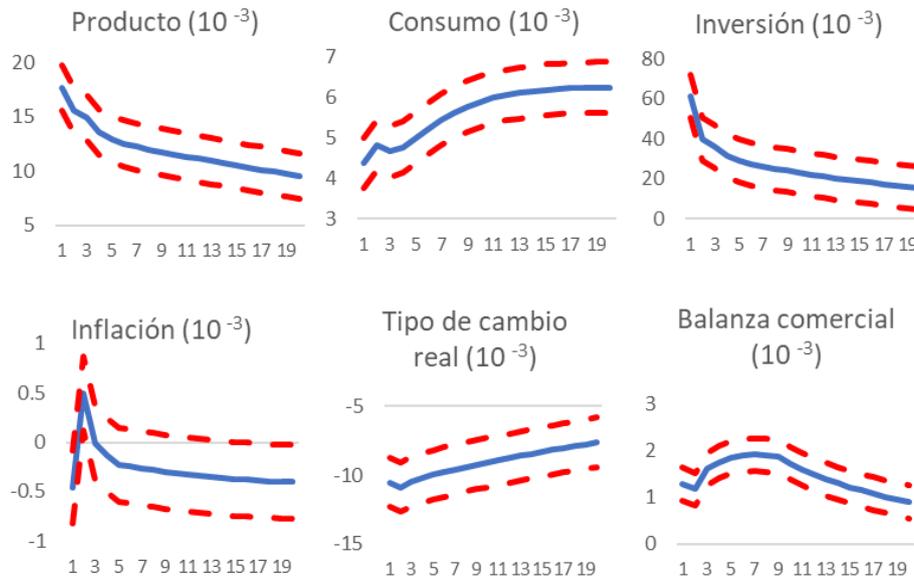
Donde se fija $\kappa_w = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$ con el objetivo de que ambas fijaciones de precios brinden el mismo nivel de bienestar, discutido en Lombardo y Vestin (2008). Para el costo de ajuste a la inversión kappaI (κ_I) se toma un valor inicial de 5.74 siguiendo a de Smets y Wouters (2007). En el caso del parámetro de indexación de la curva de phillips (ind) y el parámetro de hábitos de consumo se toma como valor inicial 0.5. Todas las persistencias fueron estimadas de forma bayesiana. De igual forma, los parámetros asociados al manejo de política monetaria del banco central fueron estimadas. Los resultados de las estimaciones de la posteriori y las características particulares de las distribuciones a priori para todos los parámetros estimados de cada uno de los países se muestran en el anexo E. Además, en el anexo B y C, se muestran los shocks suavizados, así como las variables suavizadas.

IV. Resultados del modelo

A. Efecto de un shock no anticipado de los términos de intercambio

En particular, el siguiente gráfico muestra la mediana de las funciones impulso respuesta para el conjunto de países estudiados ante un shock inesperado en los términos de intercambio (las bandas o líneas punteadas corresponden al error estándar de la mediana funciones de impulso de los países individuales):

Gráfico 4-a: Shock no anticipado para Centroamérica



Fuente: Elaboración propia

Para el conjunto de países en estudio, la mejora imprevista de los términos de intercambio provoca un fuerte incremento sobre el consumo, una mejora transitoria de la inversión, y una mejora de la balanza comercial, y como resultado un efecto positivo sobre el producto. Además, se observa una apreciación del tipo de cambio real. El efecto sobre la inflación no es significativo. Por país, los resultados son parecidos (con algunas heterogeneidades en las persistencias) y se pueden ver en el anexo D, con lo cual, hay un comportamiento reflejado a nivel individual.

Ahora se analiza la relevancia de los shocks inesperados de términos de intercambio. En este sentido, la descomposición de la varianza de los shocks inesperados de los términos de intercambio (ver Cuadro 4-b), explican en promedio un 7.8% de las fluctuaciones en el producto, un 6.5% en el consumo, un 8.1% de inversión, un 8.8% en la inflación, un 6.8% en la balanza comercial y explican el 8.4% de las fluctuaciones del tipo de cambio real, y un 8,8% en la inflación. De forma individual, hay heterogeneidades,

particularmente para Costa Rica, se observa un menor peso relativo en el producto y la inflación. En Honduras y Guatemala hay un mayor peso relativo en la inversión y el tipo de cambio real. En El Salvador se registra el mayor peso relativo en la inflación. Además, en Honduras y Nicaragua se registran los mayores pesos relativos en la balanza comercial. Honduras es el que registra mayor peso en el consumo y el producto.

Cuadro 4-b: Descomposición de la varianza de un shock no anticipado, por país

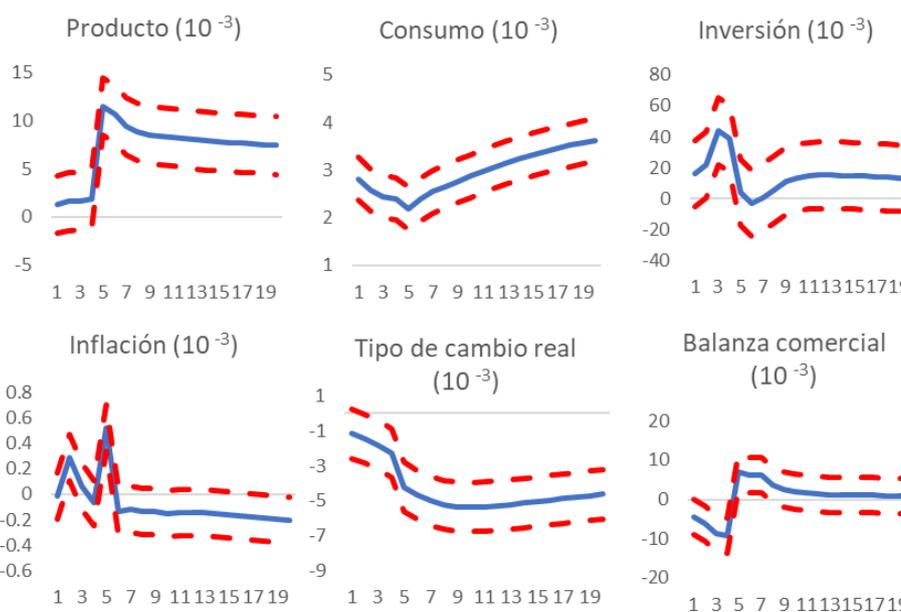
País	Producto	Consumo	Inversión	Inflación	Tipo de cambio real	Balanza comercial
Costa Rica	4.7	6.5	8.1	6.0	8.4	5.0
El Salvador	7.8	7.5	8.1	16.4	2.5	4.2
Guatemala	8.3	5.3	18.9	15.7	17.7	7.0
Honduras	9.9	11.0	10.2	8.8	14.6	8.0
Nicaragua	6.3	4.2	3.3	7.0	3.8	6.8
Mediana	7.8	6.5	8.1	8.8	8.4	6.8

Fuente: Elaboración propia

B. Efecto de un shock anticipado de términos de intercambio

Como en el caso anterior, en el siguiente gráfico se muestra la mediana de las funciones impulso respuesta para el conjunto de países estudiados ante un shock anticipado en los términos de intercambio (las bandas o líneas punteadas corresponden al error estándar de la mediana funciones de impulso de los países individuales):

Gráfico 4-b: Shock anticipado para Centroamérica



Fuente: Elaboración propia

Así, ante una mejora en los términos de intercambio en una economía con rigideces en los precios, una variación nominal tendrá efectos reales, al menos en el corto plazo, más específicamente la inversión aumenta inmediatamente de forma transitoria, acompañado con un incremento del consumo, y por ende incrementa el producto. Finalmente, en la balanza comercial, se observa un deterioro inicial y luego una mejora, lo cual, muestra la presencia de la curva J, lo cual en términos intuitivos indica que estos tipos de shocks tienen un efecto adelantado sobre el consumo e inversión que se materializan con un efecto deficitario, para luego pasar a un superávit cuando se hace efectivo la mejora de términos de intercambio. Además, se registra una apreciación del tipo de cambio real. Por país, los resultados son parecidos (con algunas heterogeneidades en las persistencias) y se pueden ver en el anexo E, con lo cual, hay un comportamiento reflejado a nivel individual.

Ahora bien, la descomposición de la varianza de los shocks anticipados de los términos de intercambio (ver Cuadro 4-c), explican en promedio un 27.8% de las fluctuaciones en el producto, un 14.2% en el consumo, un 12.2% de inversión, un 3.6% en la inflación, un 25.2% en la balanza comercial y explican el 27.9% de las fluctuaciones del tipo de cambio real. El menor peso se registra sobre la inflación. De forma individual, hay heterogeneidades, particularmente para Costa Rica, se observa un menor peso relativo en producto. En Guatemala se registran los mayores pesos en el producto, inversión, inflación y la balanza comercial. En Nicaragua se observan los menores pesos relativos en el consumo, inversión, y la balanza comercial. En El Salvador, se cuantifica el mayor peso relativo en el consumo. En Honduras, aunque no se registra el mayor peso de una variable, tiene contribuciones relativamente altas en el consumo, la inversión, y la balanza comercial.

Cuadro 4-c: Descomposición de la varianza de un shock anticipado, por país

País	Producto	Consumo	Inversión	Inflación	Tipo de cambio real	Balanza comercial
Costa Rica	25.9	14.2	12.2	2.9	28.8	25.2
El Salvador	30.9	22.3	12.2	3.6	24.0	14.1
Guatemala	34.0	11.7	20.7	5.2	27.9	39.2
Honduras	27.8	21.8	16.4	2.7	23.9	35.6
Nicaragua	27.6	8.2	6.0	3.7	29.3	11.1
Mediana	27.8	14.2	12.2	3.6	27.9	25.2

Fuente: Elaboración propia

C. Relevancia de los shocks de términos de intercambio con respecto a los shocks domésticos

Una forma común de medir la importancia de un shock particular en la conducción de los ciclos económicos es comparar la fracción de la varianza de los distintos shocks, más específicamente la siguiente Tabla 4-d que compara el shock total de los términos de intercambio (suma de no anticipados y anticipados), los shocks domésticos (donde se incluye los shocks de productividad, gasto público, y de política monetaria), y el resto de los shocks externos (tasa de interés internacional y producto externo).

Cuadro 4-d: Descomposición de la varianza de distintos shocks del modelo

País	Variable	Shock total de TOT	Shocks domésticos	Resto de shocks externos
Costa Rica	gdp_t	30.6	37.0	32.4
	c_t	20.7	21.7	57.5
	i_t	20.3	26.5	53.2
	π_t	8.9	73.6	17.5
	rer_t	37.2	1.2	61.6
	tb_t	30.2	1.1	68.7
El Salvador	gdp_t	38.8	32.1	29.2
	c_t	29.8	22.0	48.2
	i_t	20.3	21.9	57.8
	π_t	20.0	20.0	60.0
	rer_t	26.5	1.0	72.5
	tb_t	18.3	1.8	79.9
Guatemala	gdp_t	42.2	26.8	31.0
	c_t	17.0	17.0	66.0
	i_t	39.6	23.1	37.4
	π_t	20.9	63.2	15.9
	rer_t	45.6	2.6	51.9
	tb_t	46.2	1.2	52.7
Honduras	gdp_t	37.7	43.3	18.9
	c_t	32.8	43.0	24.1
	i_t	26.5	29.3	44.1
	π_t	11.5	72.2	16.3
	rer_t	38.5	4.6	56.9
	tb_t	43.6	2.4	54.0
Nicaragua	gdp_t	33.9	47.2	18.9
	c_t	12.4	33.4	54.2
	i_t	9.3	22.0	68.7
	π_t	10.7	50.7	38.6
	rer_t	33.2	4.5	62.3
	tb_t	17.9	3.5	78.6
Mediana	gdp_t	37.7	37.0	29.2
	c_t	20.7	22.0	54.2
	i_t	20.3	23.1	53.2
	π_t	11.5	63.2	17.5
	rer_t	37.2	2.6	61.6
	tb_t	30.2	1.8	68.7

Fuente: Elaboración propia. Nota: TOT=Términos de intercambio

Para el conjunto de países, se observa que los términos de intercambio tienen un peso notable en el ciclo económico. Así, el shock total de los términos de intercambio,

explican en promedio un 37.7% de las fluctuaciones en el producto (gdp_t), un 20.7% en el consumo (c_t), un 20.3% de inversión (i_t), un 11.5% en la inflación (π_t), un 30.2% en la balanza comercial (tb_t), y un 37.2% de las fluctuaciones del tipo de cambio real (rer_t). Seguidamente, en la fluctuación del producto

Además, se puede ver que los shocks domésticos tienen un peso relevante en la conformación de los ciclos económicos, levemente inferior al shock total de términos de intercambio, pero mayor al resto de shocks externos. En cuanto a la fluctuación del consumo, se observa que depende en mayor medida de los shocks externos (términos de intercambio y resto de externos) comparado a los shocks domésticos, claramente denotando el sesgo importador que tiene el consumo en los países analizados. En cuanto a la inflación, hay un mayor peso de los shocks domésticos (de política monetaria y fiscal).

V. Conclusiones

Este ensayo contribuye a la literatura que analiza el papel de los shocks en los términos de intercambio para explicar las fluctuaciones del ciclo económico en los países de bajos ingresos. Además, la poca o nula evidencia sobre el efecto de los shocks anticipados sobre los agregados macroeconómicos, este realiza una contribución usando una metodología comparativa de modelos DSGE bayesianos de tipo nuevo keynesiano para cada uno de los países centroamericanos usando una caracterización exógena distintiva de los términos de intercambio en el contexto de competencia imperfecta. La estructura de los modelos DSGE estimados en el presente ensayo difieren al DSGE utilizado en el primer ensayo (capítulo 2), debido a que se incluyen modificaciones que mejoran la habilidad del modelo para replicar las dinámicas observadas.

Los principales hallazgos en este estudio son: primero, los resultados empíricos respaldan la hipótesis de los ciclos económicos impulsados con mayor peso por los shocks anticipados de los términos de intercambio. De esta forma, el shock de noticias o anticipados juega un papel importante en la generación de las fluctuaciones macro, mientras que el shock no anticipado tiene un menor peso de las fluctuaciones, un resultado consistente con Schmitt-Grohé y Uribe (2018) que muestra que los cambios inesperados en los términos de intercambio explican una menor parte de las variaciones de producción en los países en desarrollo.

Esto no solo refleja la relevancia de los shocks de los términos de intercambio en la variación de la actividad económica de los países en desarrollo, sino que es clave la identificación del tipo de shock. De esta forma, se debe tener en cuenta las causas y los efectos de los shocks externos para explicar las fluctuaciones de sus ciclos económicos y para diseñar políticas económicas. Además, este ensayo hace aporte distintivo a la literatura para economías en desarrollo, ya que aplica mediante la estimación y simulación de un modelo macroeconómico, las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano con rigideces nominales y reales, y al mismo tiempo plantea la forma de estudiar un shock externo de términos de intercambio. Así, brinda nueva evidencia usando una metodología común, más específicamente los modelos macroeconómicos de equilibrio general para los países centroamericanos.

En particular, el artículo hace una diferencia entre los efectos de shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio, y se muestra evidencia que los primeros pueden explicar alrededor del 27.8% de la variación del PIB, superior al 7.8% de los no anticipados. De esta manera, el menor peso por movimientos no anticipados es consistente con los resultados del modelo DSGE estimado Schmitt-Grohe y Uribe (2018) que también explican menos del 10%. Por tipo de shock, al igual que en Zeev, Pappa y Viccondoa (2017), se denota la mayor relevancia de los shocks anticipados con respecto a los no imprevistos, pero que estiman una contribución casi de la mitad de la variación del producto en economías emergentes.

Los shocks anticipados en los términos de intercambio se reflejan en nueva información de acceso público, lo cual debe internalizarse en las expectativas y de los programas macroeconómicos. También se obtiene evidencia que hay otros factores que explican la conformación de los ciclos económicos, lo cual es clave para el diseño de política macroeconómica. Hay cierta heterogeneidad entre países, pero siempre con un mayor peso de los shocks anticipados en la conformación de los ciclos económicos.

En términos metodológicos, el modelo DSGE también está estructurado en la tradición de los nuevos modelos keynesianos y captura las ineficiencias del mercado en forma de rigideces reales y nominales. Seis fuentes de ineficiencia incluidas en el modelo son: (1) mercado de bienes intermedios monopolísticamente competitivo, (2) rigidez de precios en el mercado interno de bienes intermedios, (3) costos de ajuste de inversión, (4)

hábitos de consumo, (5) indexación de precios, y (6) costos cuadráticos de portafolio y mercados de activos financieros incompletos.

VI. Referencias bibliográficas

Abrego, L. (1999). *El Salvador: General equilibrium analysis of structural adjustment reform*. North American Journal of Economics and Finance.

Acosta, P., Lartey, E., and Mandelman, F. (2009). *Remittances and the Dutch disease*. Journal of International Economics.

Alpanda, S., Kotzé, K., and Woglom, G. (2011). *Forecasting performance of and estimate DSGE model for the south African economy*. South African Journal of Economics.

Arriaza Herrera, J. C. (2008). *Términos de Intecambio y tipo de cambio real: Un modelo dinámico estocástico de equilibrio general para la economía guatemalteca*. Universidad Torcuato Di Tella.

Barquero, J. and Chávez, P. (2017). *The Effect of International Monetary Policy Expansions on Costa Rica*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, CEMLA.

Beaudry, P. and Portier, F. (2004a). *An Exploration into Pigou's Theory of Cycles*. Journal of Monetary Economics.

Beaudry, P. and Portier, F. (2004b). *News, Stock Prices and Economic Fluctuations*. Working Paper 10548, National Bureau of Economic Research.

Beaudry, P. and Lucke, B. (2010). *Letting Different Views about Business Cycles Compete*. National Bureau of Economic Research.

Berg, A., Ostry, J., and Zettelmeyer, J. (2012). *What makes growth sustained?* Journal of Development Economics.

Berg, A., Gottschalk, J., Portillo, R., and Zanna, L. (2010). *The Macroeconomics of Medium-Term Aid Scaling-Up Scenarios*. IMF Working Paper.

Boileau, M. and Normandin, M. (2008). *Closing international real business cycle models with restricted financial markets*. Journal of International Money and Finance.

Broda, C. (2004). *Terms of trade and exchange rate regimes in developing countries*. Journal of International Economics.

Chari, V., Kehoe, P., and McGrattan, E. (2002). *Can Sticky Price Models Generate Volatile and Persistent Real Exchange Rates?* Review of Economic Studies.

Christiano, L., Motto, R., and Rostagno, M. (2007). *Shocks, Structures or Monetary Policies? The Euro Area and US After 2001*. NBER Working Papers.

Christiano, L., Eichenbaum, M., and Evans, C. (2005). *Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy*. Journal of Political Economy.

Davis, M., 2007. *News and the Term Structure in General Equilibrium*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1022631>

DeJong, D. and Chetan, D. (2011). *Structural Macroeconometrics*. Princeton University.

Dixit, A., and Stiglitz, J. (1977). *Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity*. The American Economic Review.

Fossati, F., Mantero, R., and Olivella, V. (2005). *Determinants of Economic Growth in Uruguay*.

Fujiwara, I. and Teranishi, Y. (2008). *A dynamic new Keynesian life-cycle model: Societal aging, demographics, and monetary policy*. Journal of Economic Dynamics and Control.

Galí, J. (1999). *Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?*. American Economic Review.

Galí, J. and Monacelli, T. (2005). *Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy*. Review of Economics Studies.

Gallardo, M. (2012). *Pobreza y cambio climático: un análisis de equilibrio general para Honduras*. CLACSO.

Gómez, O. (2010). *Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua*. Banco Central de Nicaragua.

Gollin, D. (2002). *Getting Income Shares Right*. Journal of Political Economy.

Gupta, R. and Steinbach, R. (2013). *A DSGE-VAR model for forecasting key South African macroeconomic variables*. Economic Modelling.

Jaimovich, N. and Rebelo, S. (2009). *Can News About the Future Drive the Business Cycle?* American Economic Review.

Kamber, G., Theodoridis, K., and Theonissen, C. (2017). *News-Driven Business Cycles in Small Open-Economies*. Journal of International Economics.

Khan, H. and Tsoukalas, J. (2012). *The Quantitative Importance of News Shocks in Estimated DSGE Models*. Journal of Money, Credit and Banking.

Kose, A. (2002). *Explaining business cycles in small open economies: 'How much do world prices matter?* Journal of International Economics.

Kose, A. and Riezman, R. (2001). *Trade shocks and macroeconomic fluctuations in Africa*. Journal of Development Economics.

Lubik, T. and Teo, W. (2005). *Do Terms of Trade Shocks Drive Business Cycles? Some Evidence from Structural Estimation*. Computing in Economics and Finance.

Liu, Zhonghui & Pagani, Mark & Zinniker, David & DeConto, Robert & Huber, Matthew & Brinkhuis, Henk & Shah Walter, Sunita & Leckie, Mark & Pearson, Ann. (2009).

Lombardo, G. and Vestin, D. (2008). *Welfare implications of Calvo vs. Rotemberg-pricing assumptions*. Economics Letters.

Mendoza, E. (1995). *The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations*. International Economic Review.

Morley, S., Piñeiro, V. & Robinson, S. (2011a). *A dynamic computable general equilibrium model with working capital for Honduras*. IFPRI discussion papers 1130, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Morley, S., Piñeiro, V. & Robinson, S. (2011b). *External shocks and policy alternatives in small open economies: The case of El Salvador*. IFPRI discussion papers, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Morley, S. & Piñeiro, V. (2011). A regional computable general equilibrium model for Guatemala: Modeling exogenous shocks and policy alternatives. International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Morley, S. & Piñeiro, V. (2015). *Adjusting to external shocks in small open economies: The case of Honduras*. IFPRI discussion papers 1477, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Pfeifer, J. (2014). *A guide to Specifying Observation Equations for the Estimation of DSGE Models*. University of Mannheim.

Ramírez, F. y Torres, F. (2015). *Modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico con Rigideces Nominales para el Análisis de Política y Proyecciones en la República Dominicana*. Banco Central de la República Dominicana.

Reiner, K. (1991). *Food pricing policy in Costa Rica: A general equilibrium analysis*. Volume 2, Issue 2, autumn 1991.

Rotemberg, J. (1982). *Monopolistic Price Adjustment and Aggregate Output*. Review of Economic Studies.

Rotemberg, J. and Woodford, M. (1992). *Oligopolistic Pricing and the Effects of Aggregate Demand on Economic Activity*. Journal of Political Economy.

Sánchez Barahona, E.J. (2016). *Evidencia de un ciclo económico común en la Integración Económica Centroamericana: estimación y caracterización mediante un modelo dinámico factorial con cambios de regímenes de Markov*. Ciencia Económica.

Schmitt-Grohé, S. and Uribe, M. (2003). *Closing Small Open Economies*. Journal of International Economics.

Schmitt-Grohe, S., and Uribe, M. (2004). *Optimal Fiscal and Monetary Policy under Sticky Prices*. Journal of Economic Theory.

Schmitt-Grohé, S. and Uribe, M. (2012). *What is News in Business Cycles?* Econometrica.

Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2018): *How Important Are Terms Of Trade Shocks?* International Economic Review.

Smets, F. and Wouters, R. (2003a). *An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area*. Journal of the European Economic Association.

Smets, F. and Wouters, R. (2003b). *Shocks and frictions in US business cycles: a Bayesian DSGE approach*. European Central Bank (ECB).

Smets, F. and Wouters, R. (2003c). *Comparing shocks and frictions in the US and euro area business cycles: a Bayesian DSGE approach*. European Central Bank (ECB).

Smets, F. and Wouters, R. (2007). *Shocks and frictions in U.S. business cycles: a Bayesian approach*. The American Economic Review.

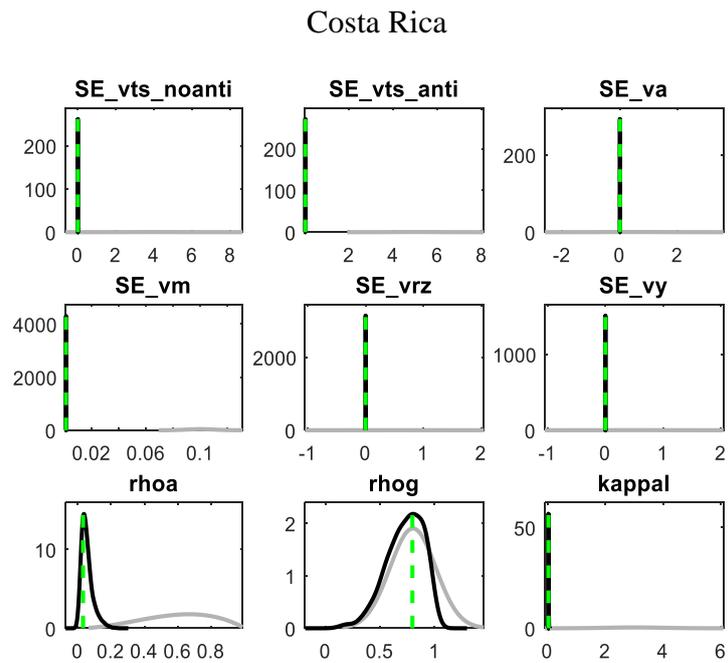
Steinbach, M., Mathuloe, P., and Smit, B. (2009). *An Open Economy New Keynesian DSGE Model of The South African Economy*. South African Journal Economics.

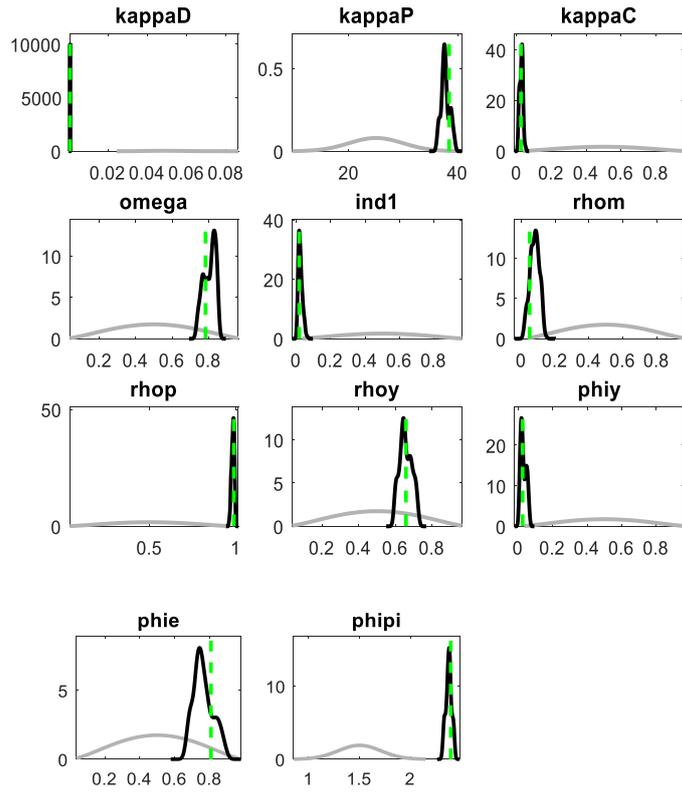
Vargas, R. et al. (2016). *Food vulnerability in Guatemala: a static general equilibrium analysis*. Partnership for Economic Policy.

VII. Anexos

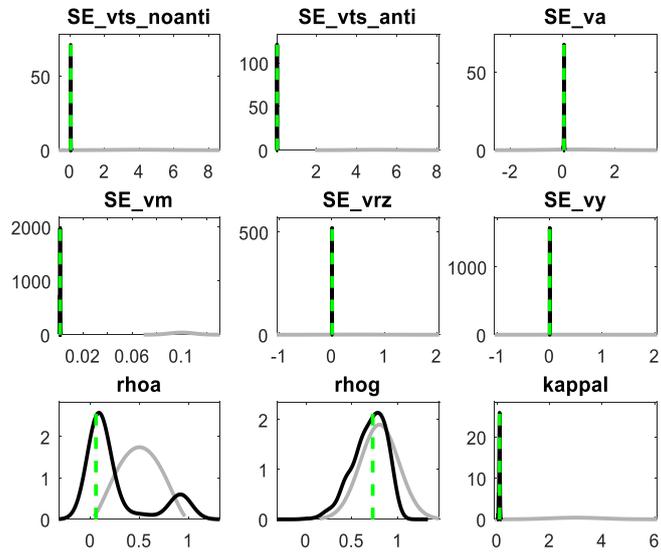
A. Priors y Posteriors por país

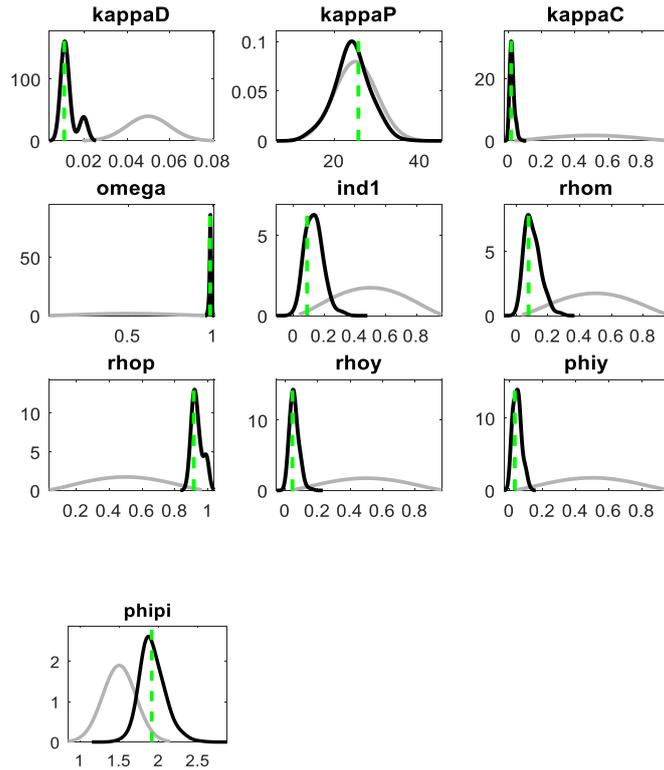
Gráficos 4-c: Priors y Posterior por país



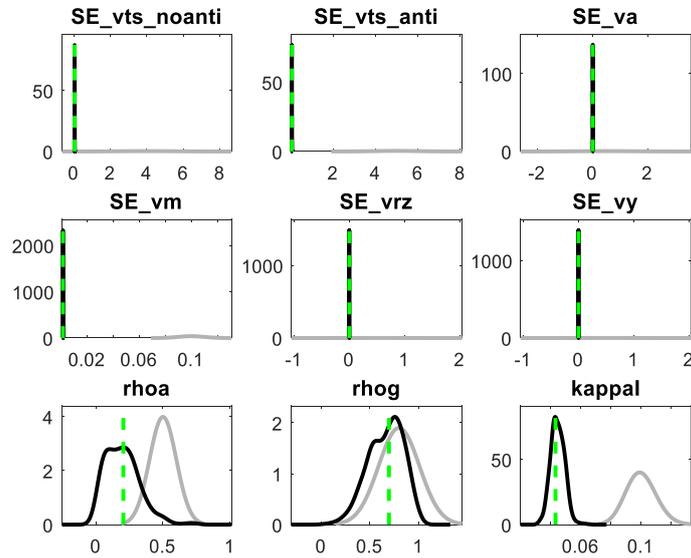


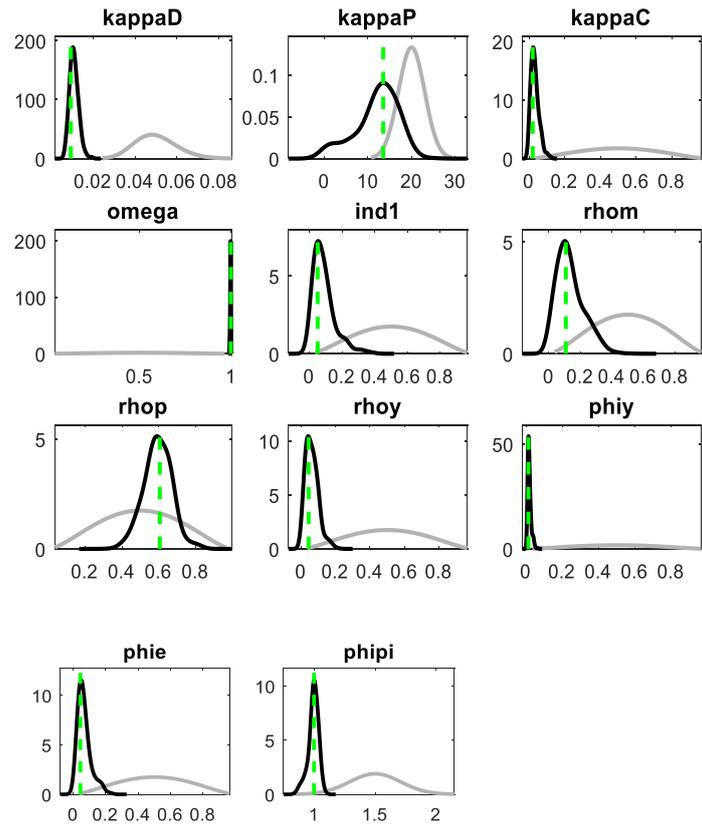
El Salvador



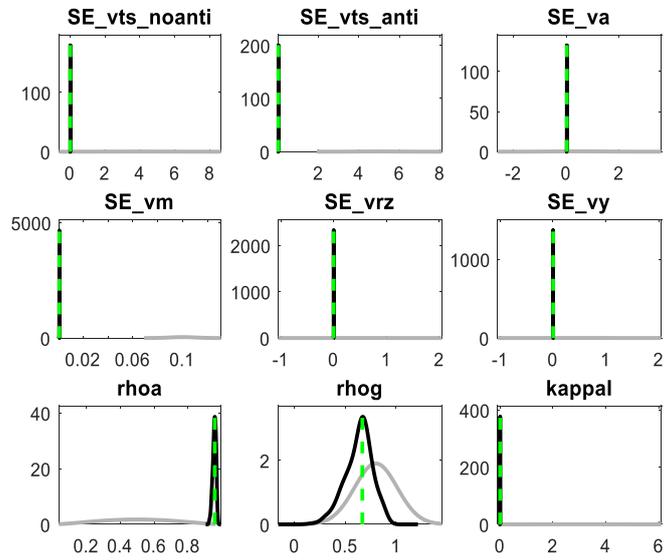


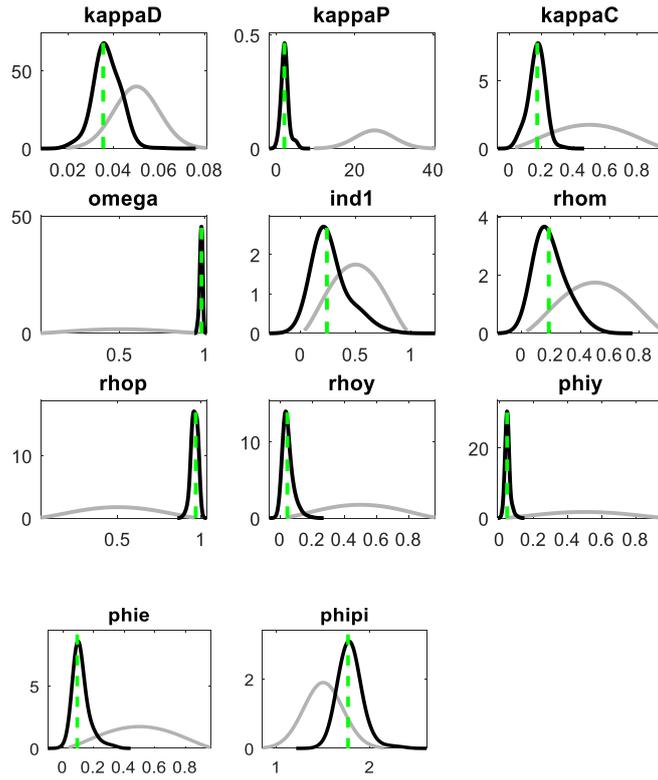
Guatemala



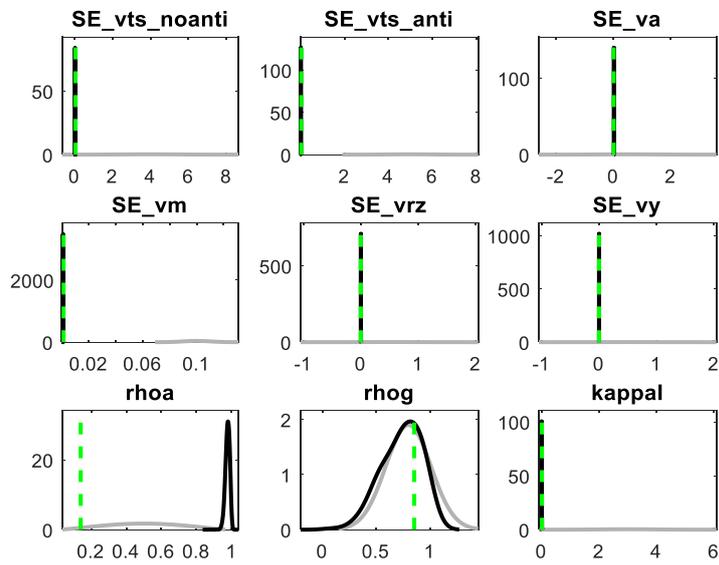


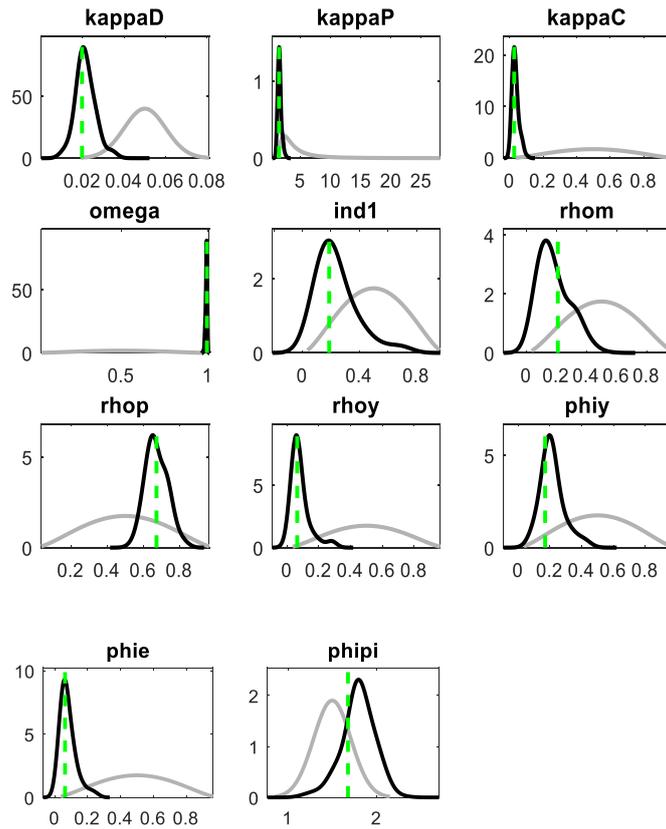
Honduras





Nicaragua

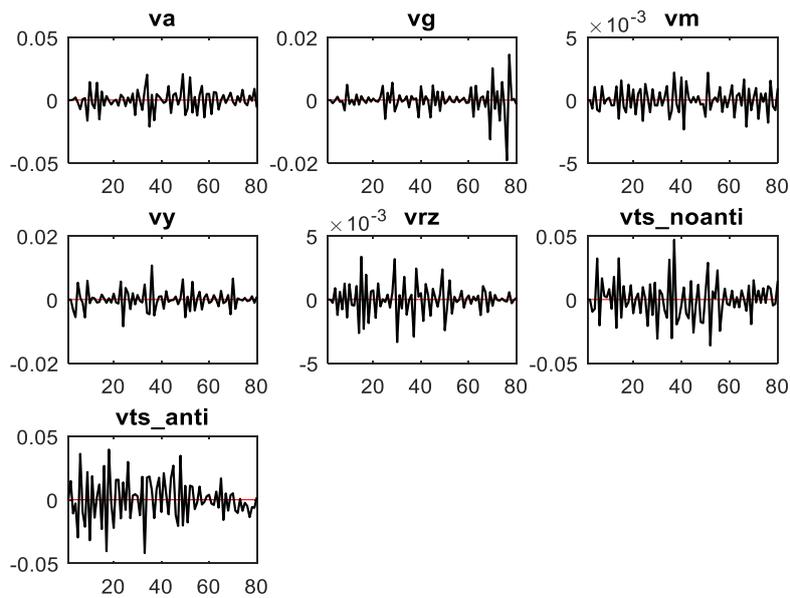




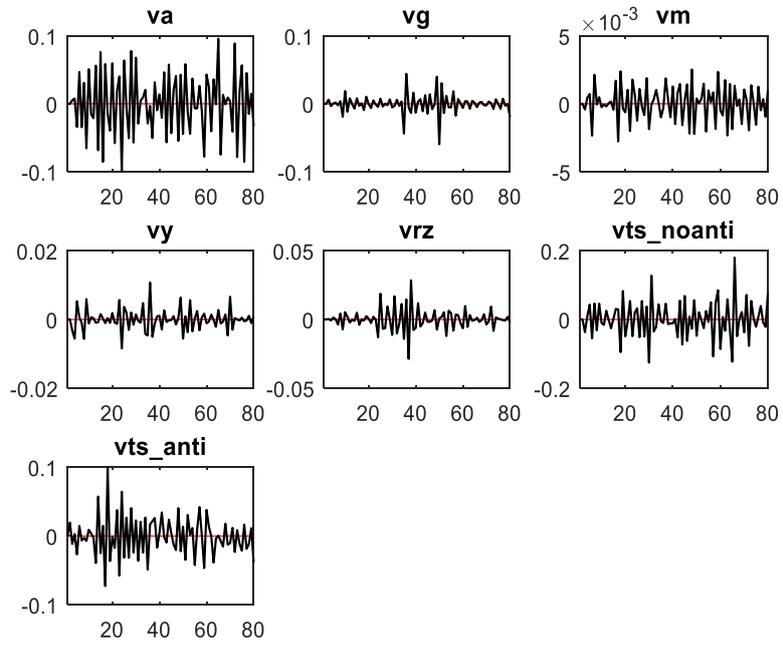
B. Shocks suavizados por país

Gráficos 4-d: Shocks suavizados por país

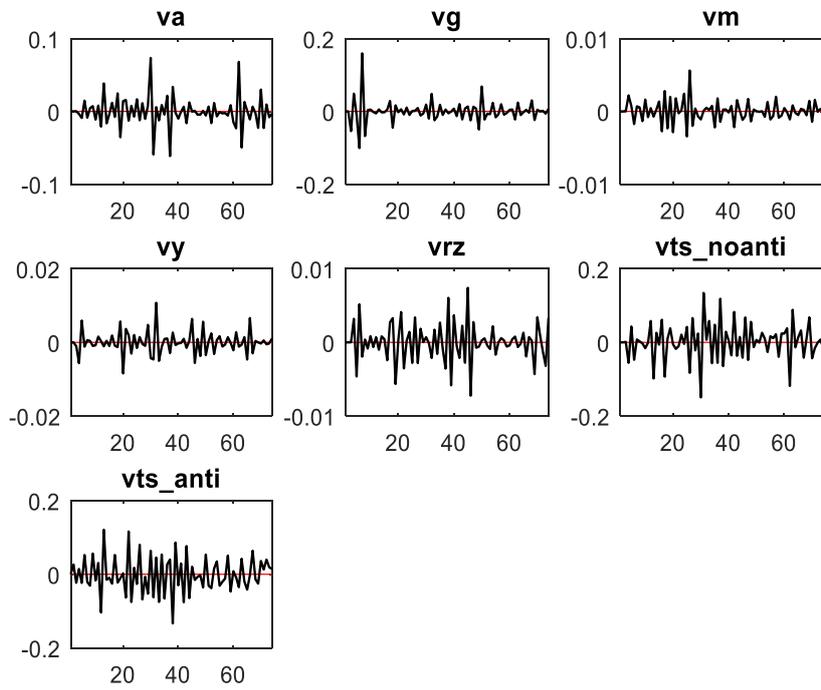
Costa Rica



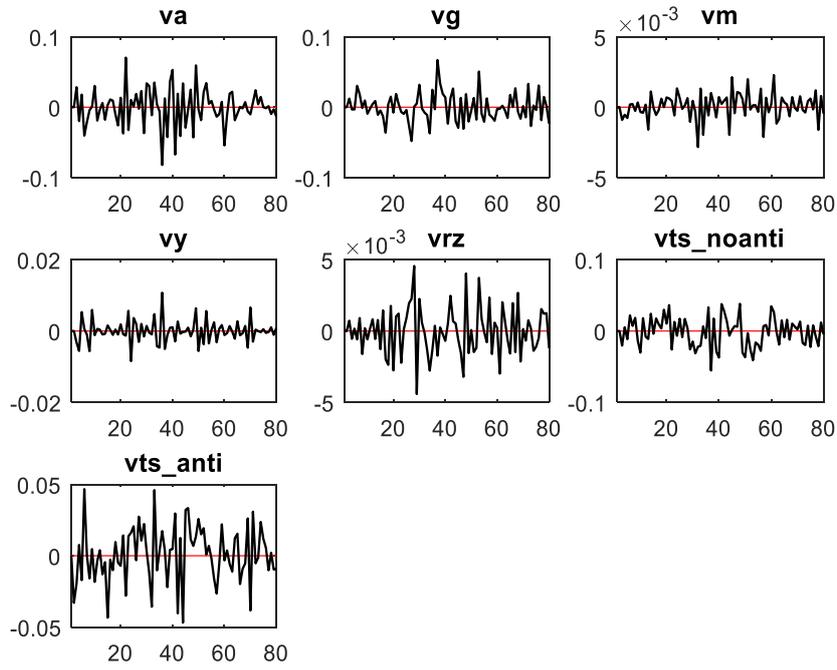
El Salvador



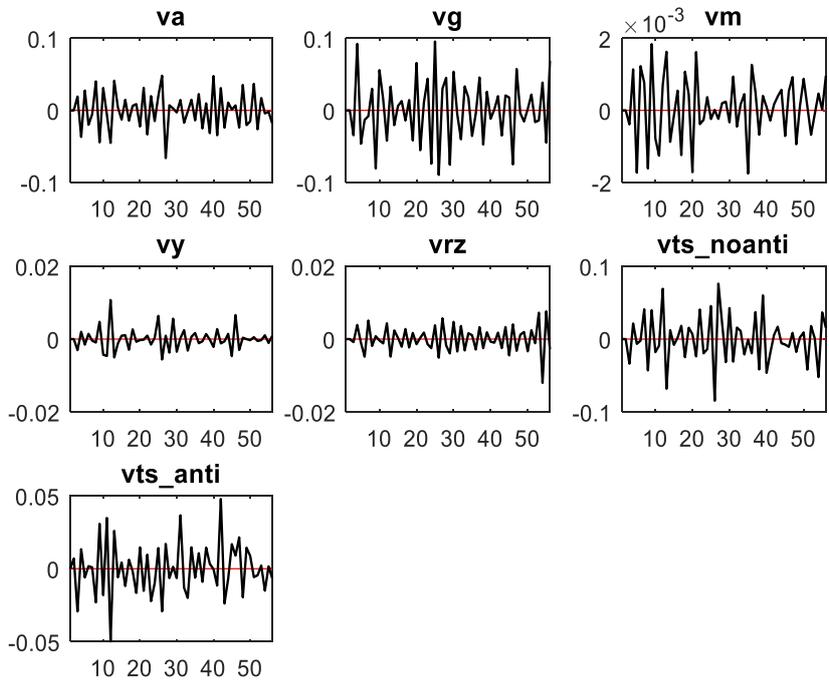
Guatemala



Honduras

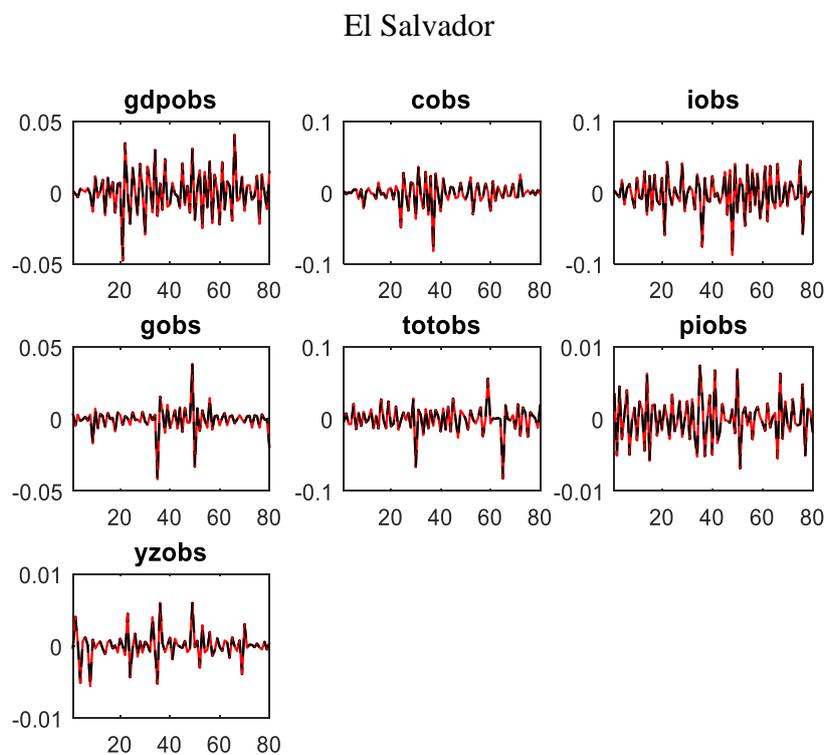
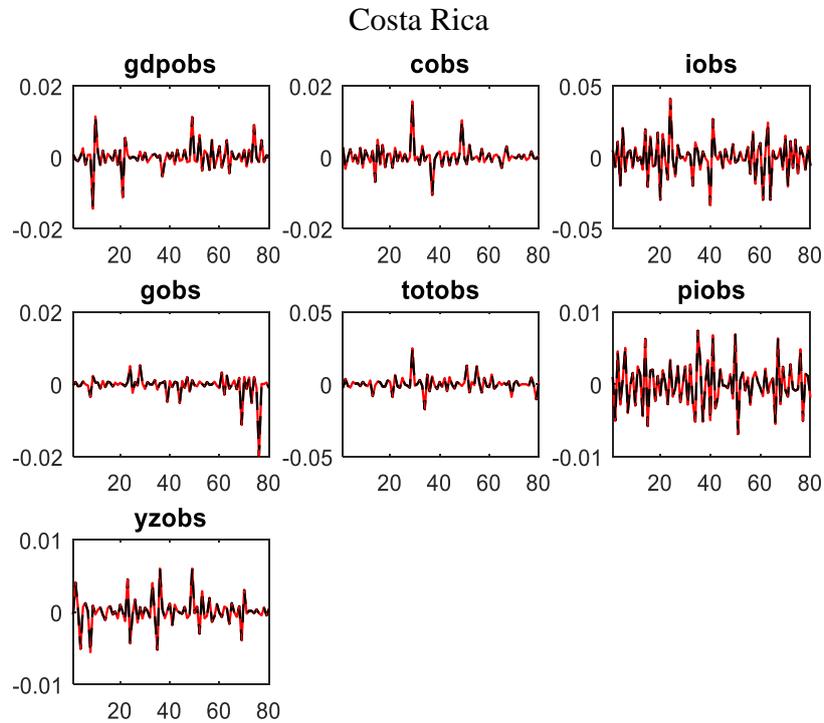


Nicaragua

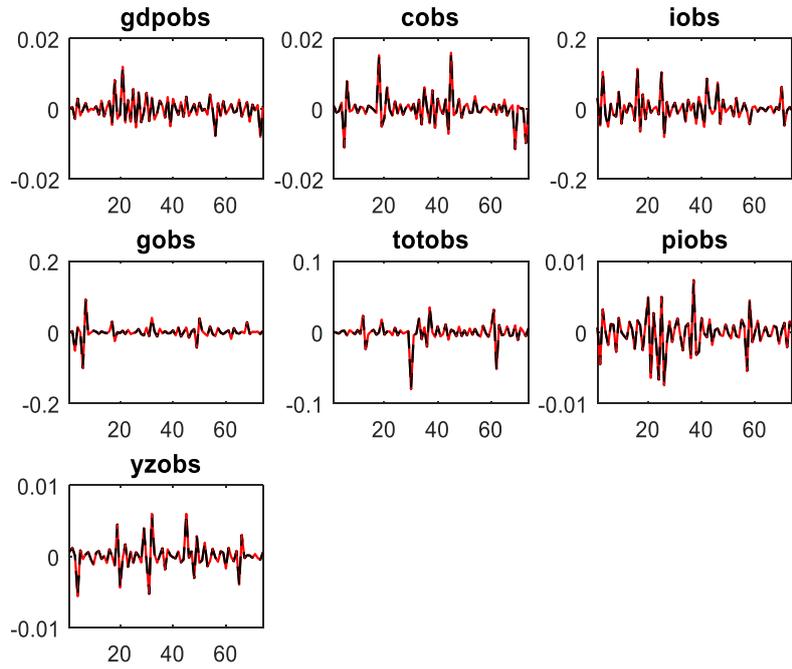


C. Variables suavizadas por país

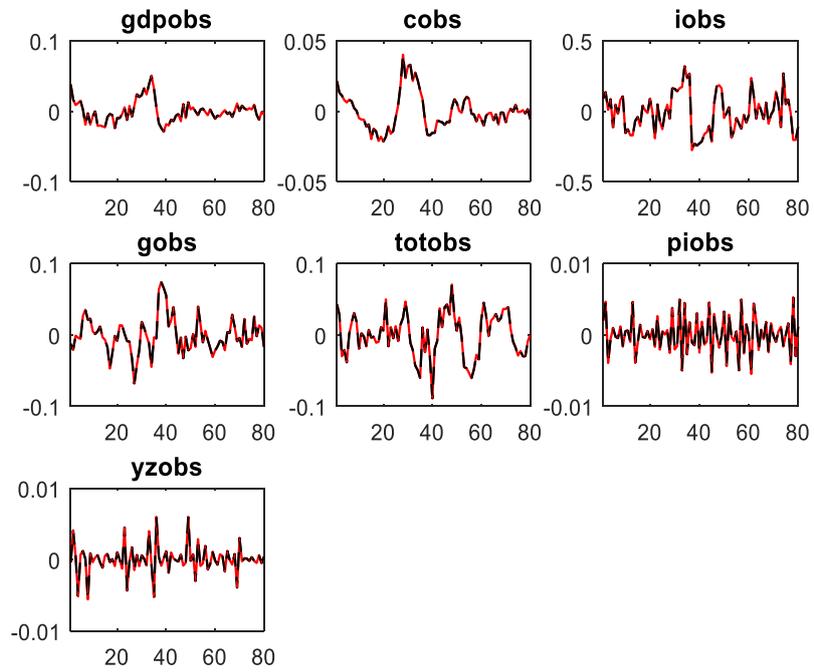
Gráficos 4-e: Variables suavizadas por país



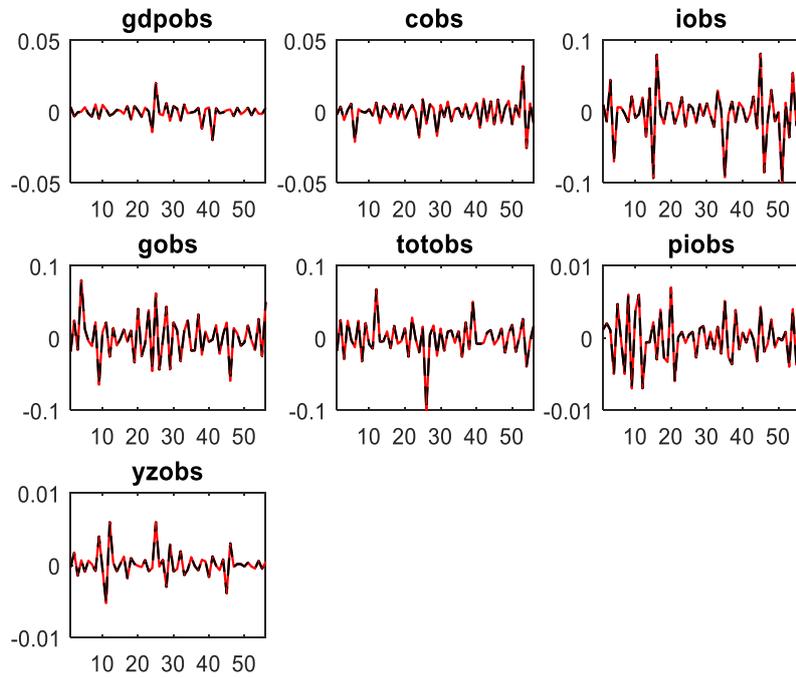
Guatemala



Honduras



Nicaragua



D. Funciones impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio

Gráfico 4-f: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Costa Rica

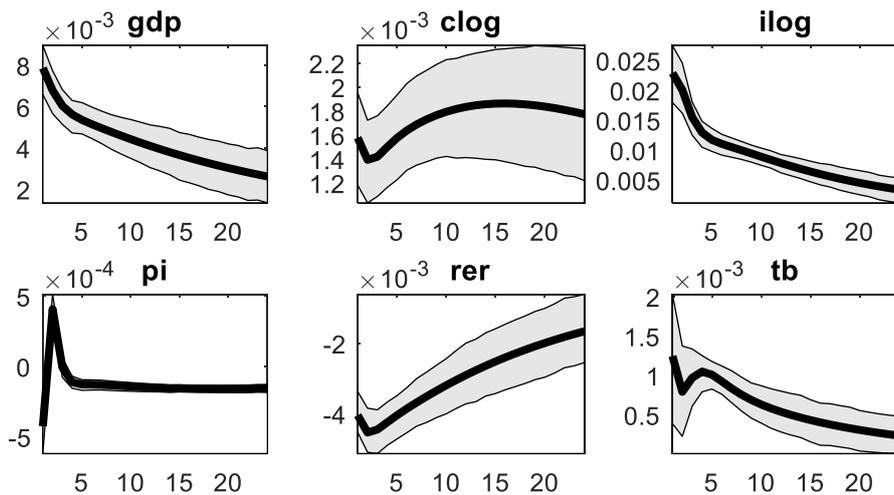


Gráfico 4-g: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de El Salvador

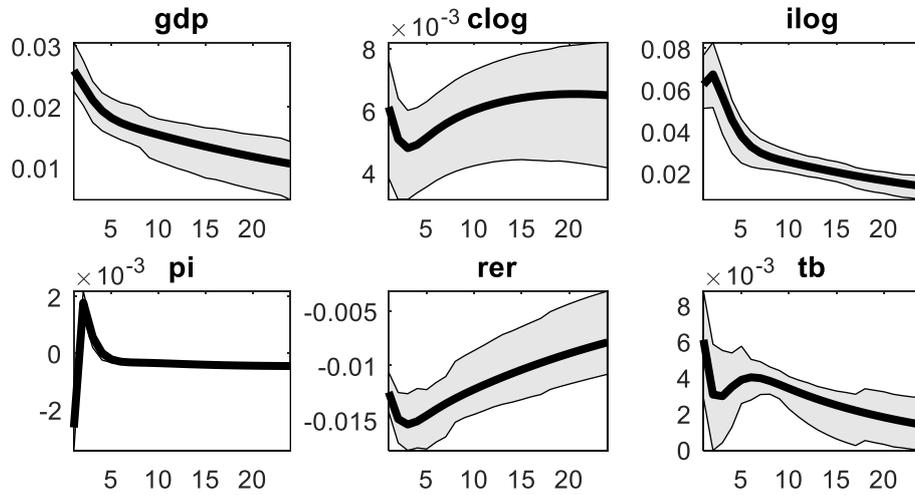


Gráfico 4-h: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Guatemala

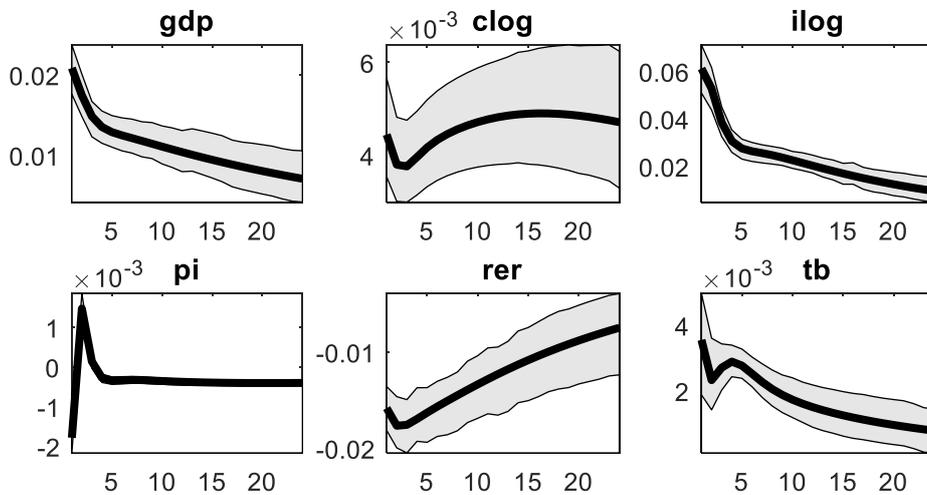


Gráfico 4-i: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Honduras

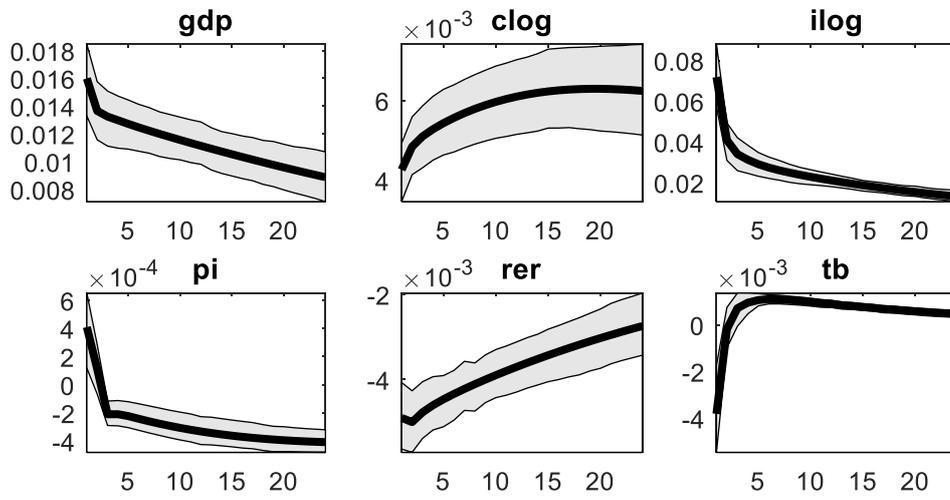
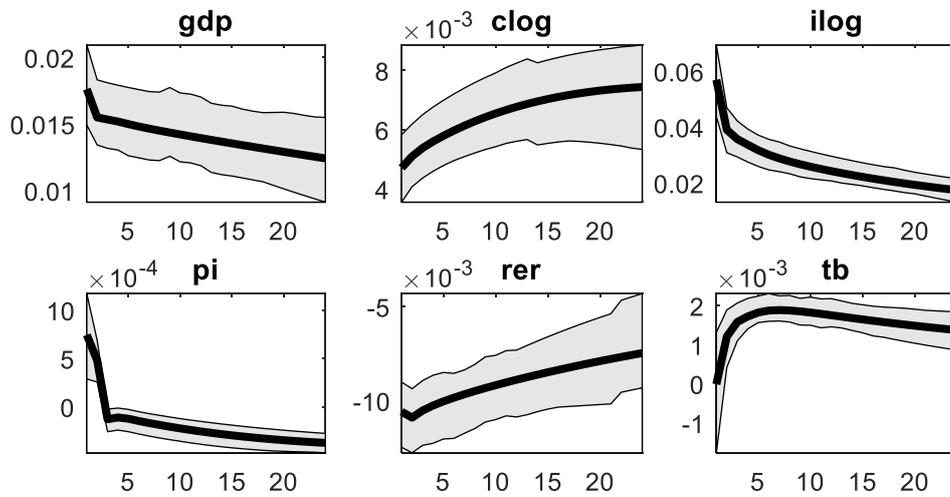


Gráfico 4-j: Impulso respuesta DSGE shock no anticipado de términos de intercambio de Nicaragua



E. Funciones impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio

Gráfico 4-k: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Costa Rica

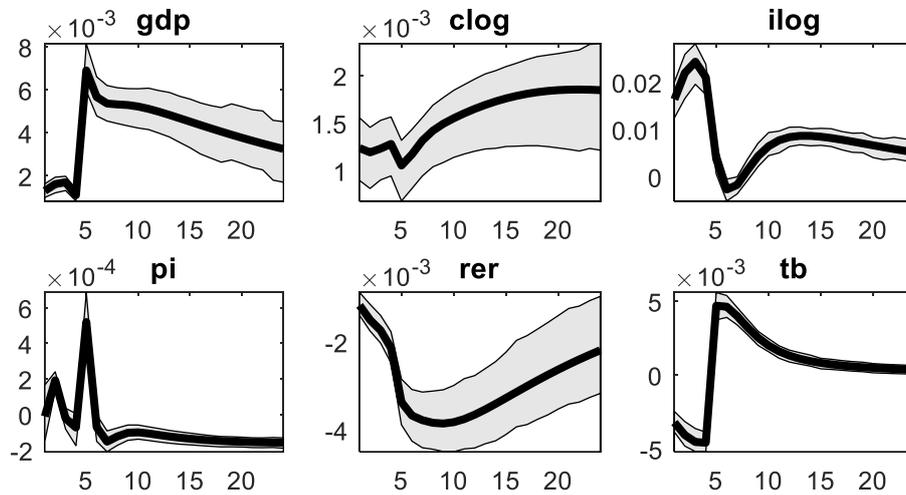


Gráfico 4-l: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de El Salvador

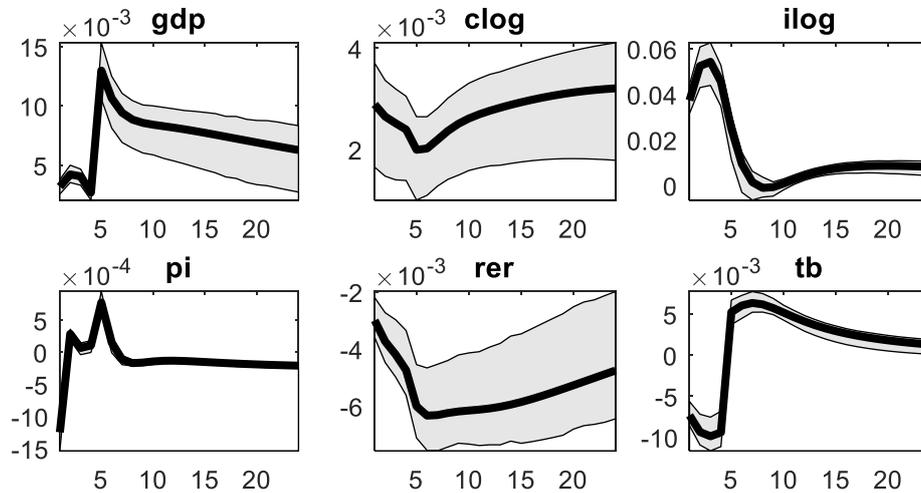


Gráfico 4-m: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Guatemala

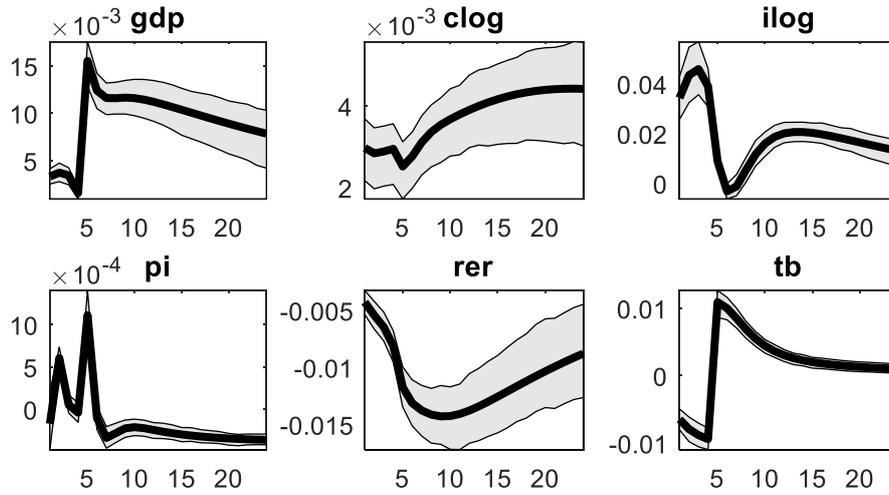


Gráfico 4-n: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Honduras

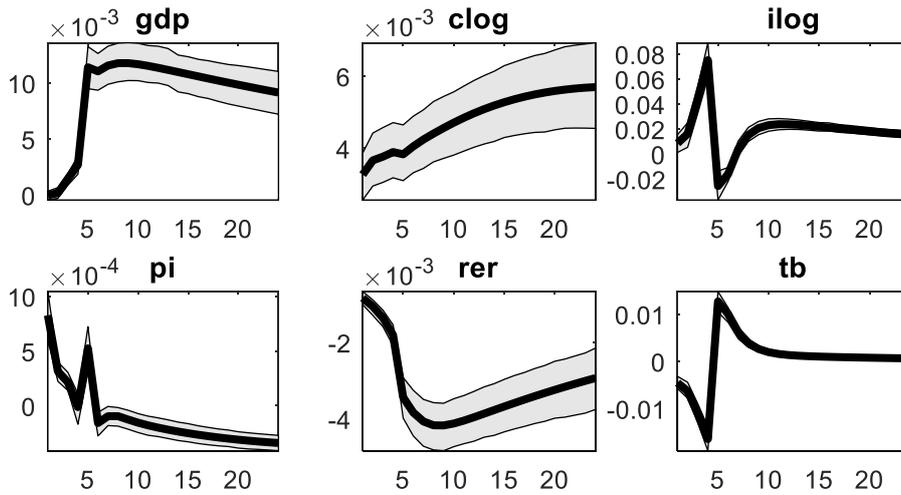
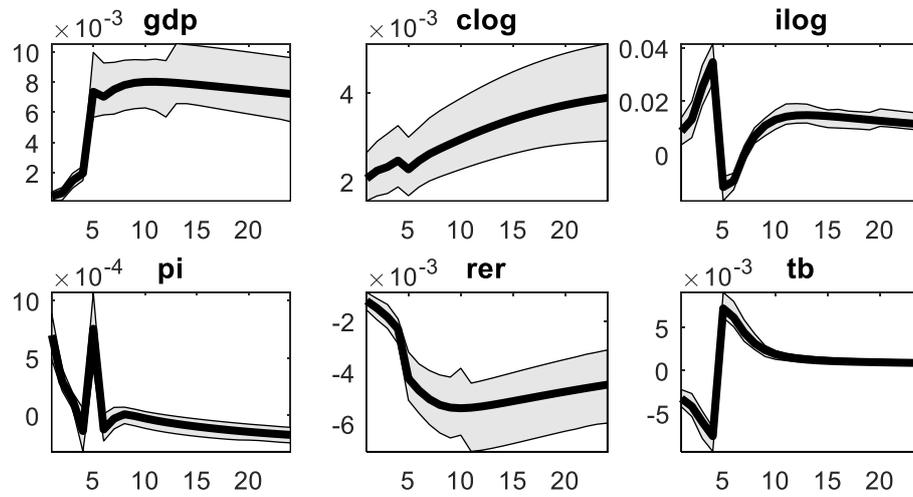


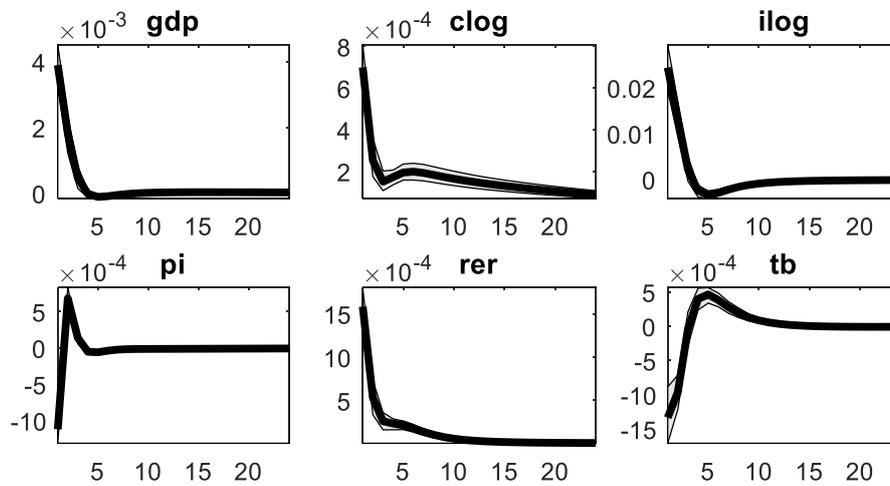
Gráfico 4-o: Impulso respuesta DSGE shock anticipado de términos de intercambio de Nicaragua



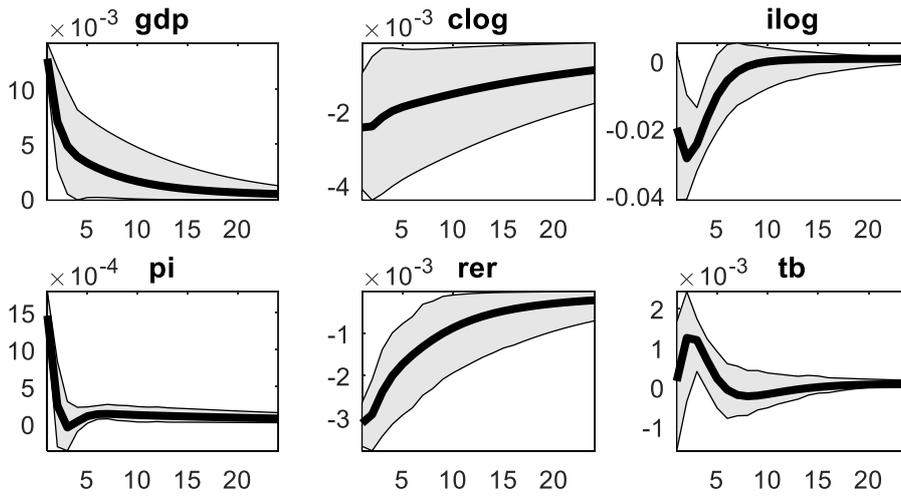
F. Funciones impulso respuesta resto de shocks por país

Gráficos 4-p: Funciones impulso resto de shocks de Costa Rica

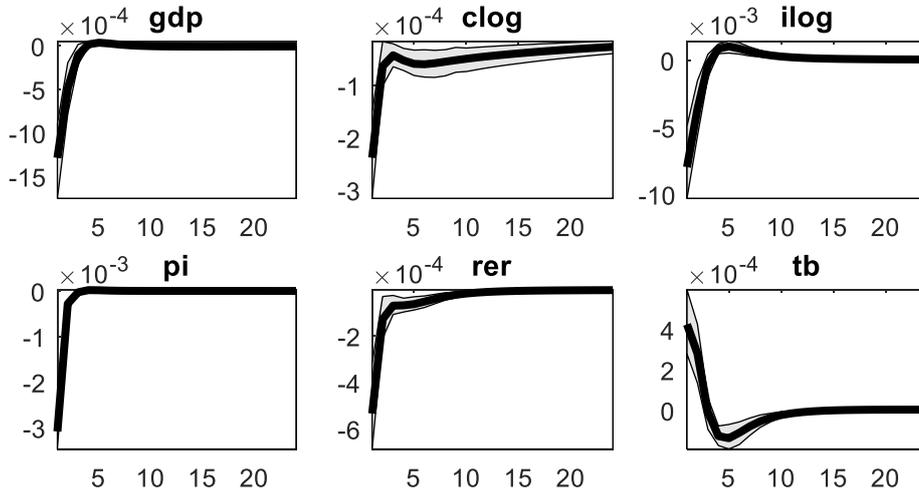
Shock de productividad



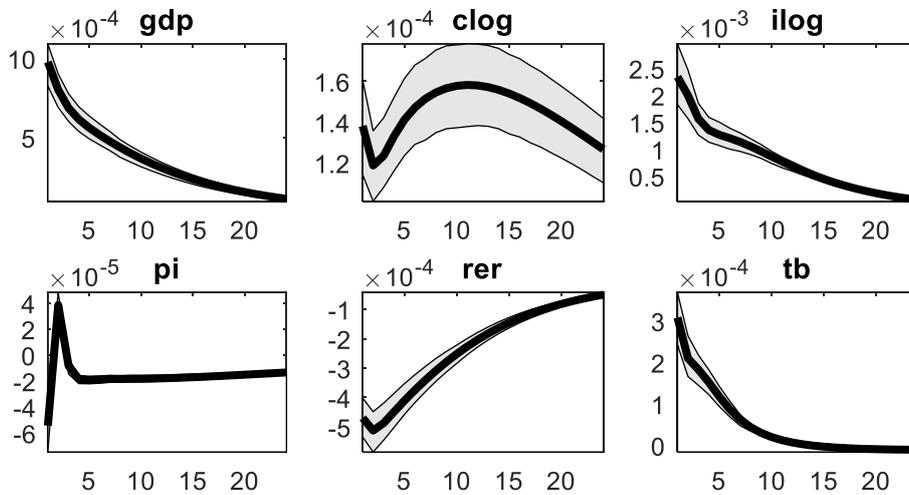
Shock de gasto público



Shock de política monetaria



Shock del producto externo



Shock de la tasa de interés internacional

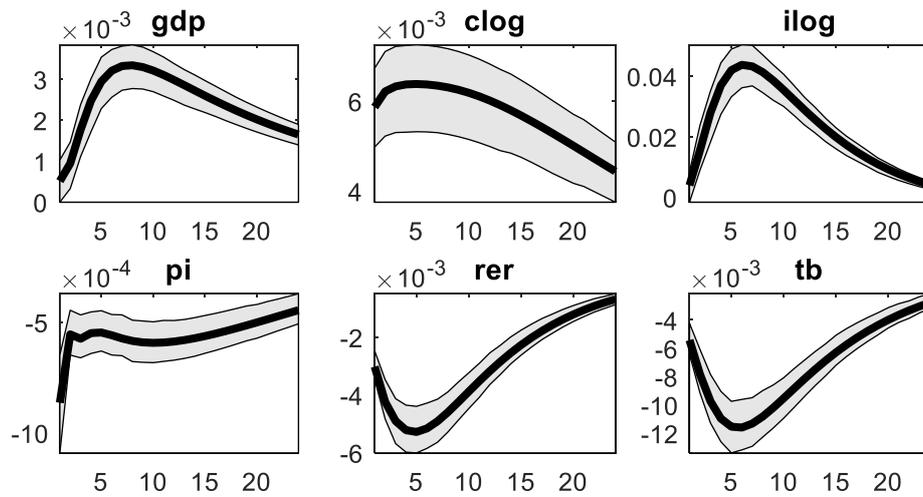
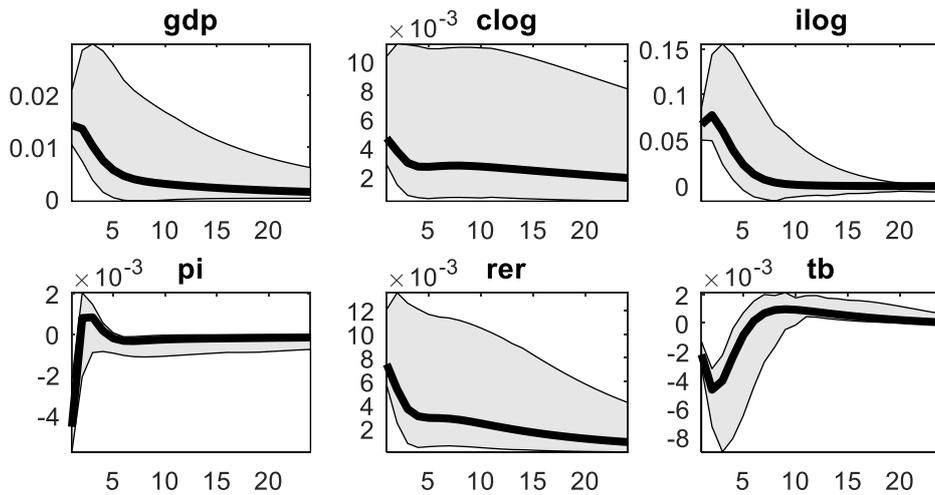
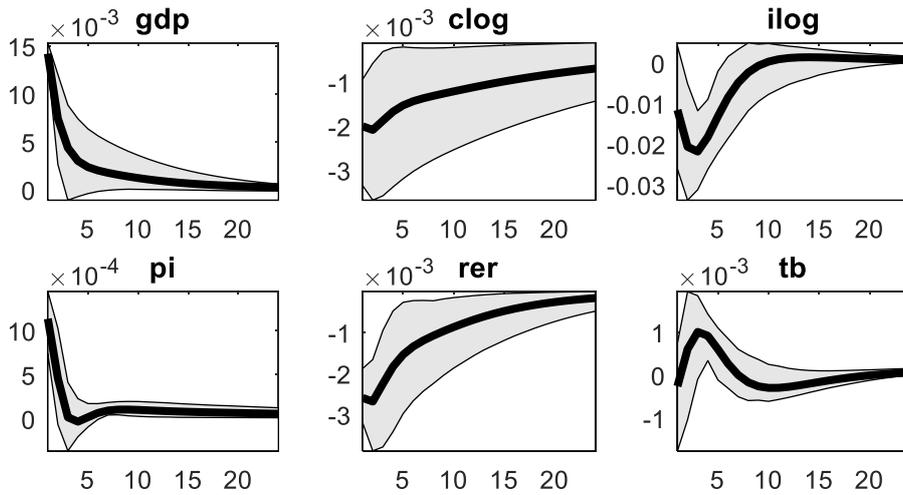


Gráfico 4-q: Funciones impulso resto de shocks de El Salvador

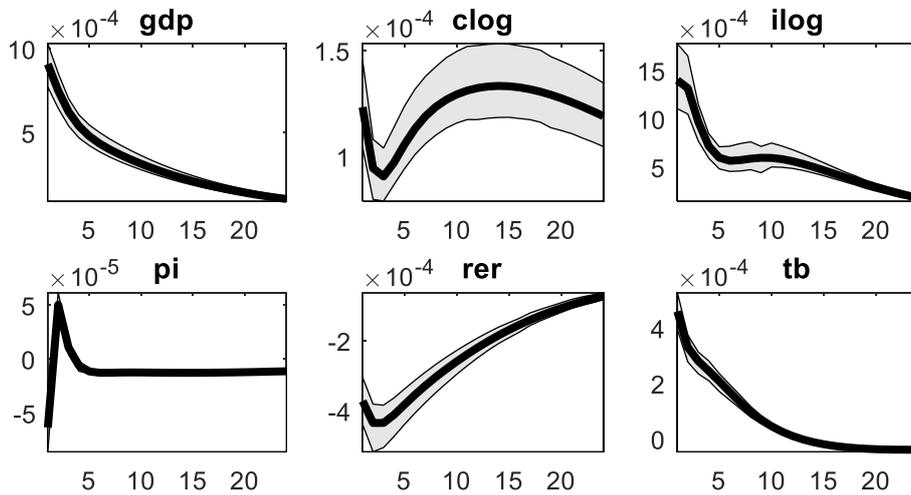
Shock de productividad



Shock de gasto público



Shock del producto externo



Shock de la tasa de interés internacional

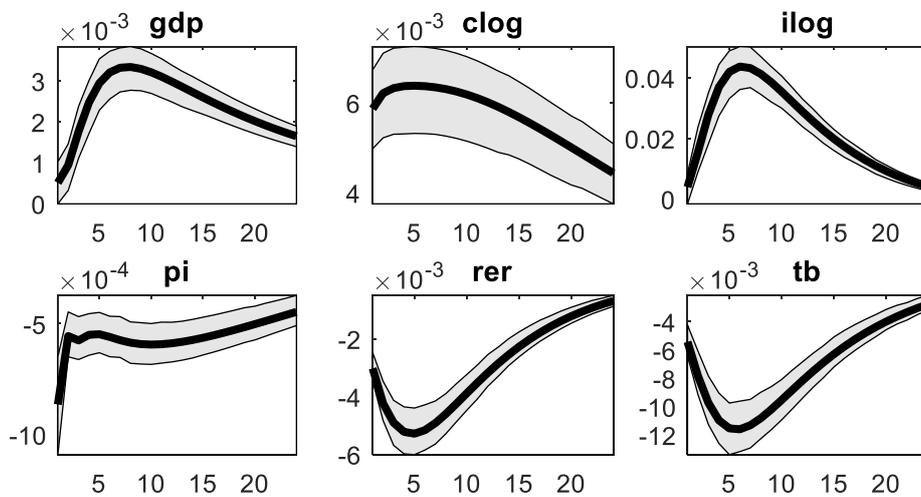
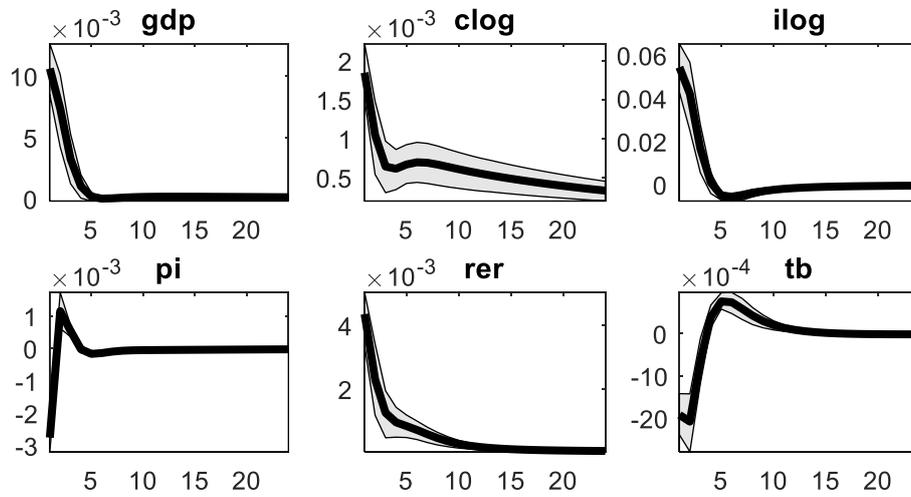
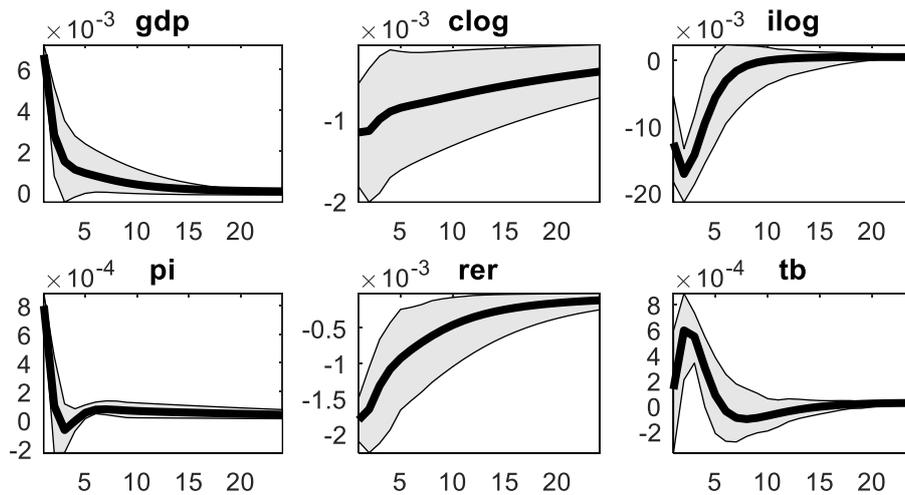


Gráfico 4-r: Funciones impulso resto de shocks de Guatemala

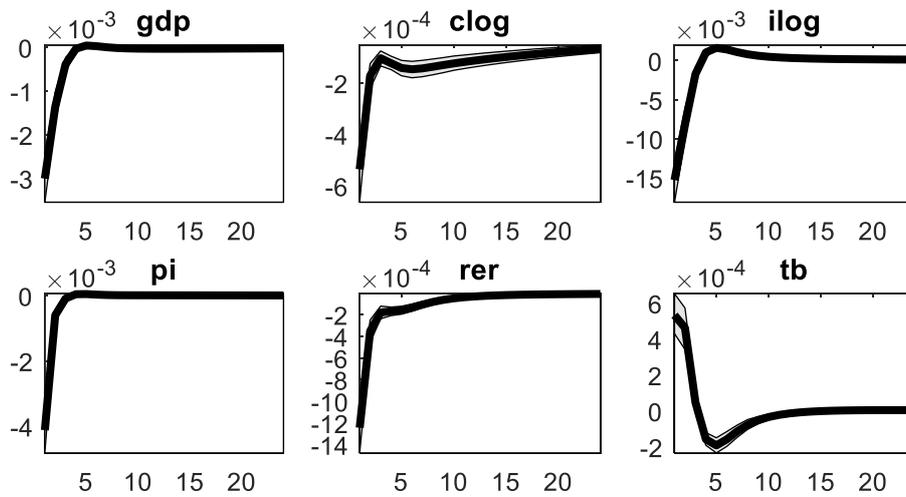
Shock de productividad



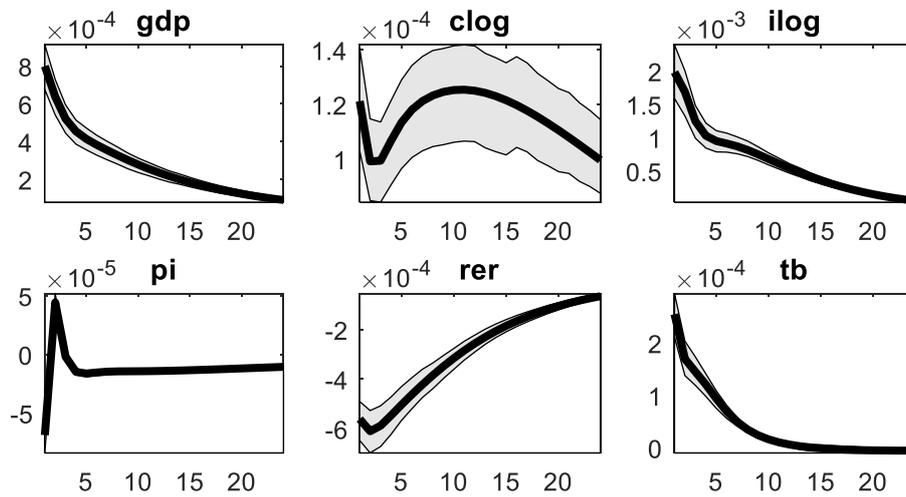
Shock de gasto público



Shock de política monetaria



Shock del producto externo



Shock de la tasa de interés internacional

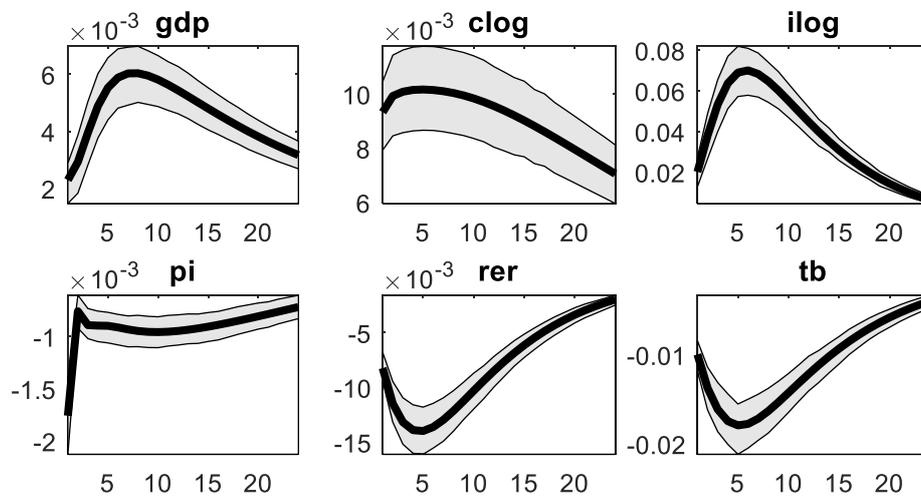
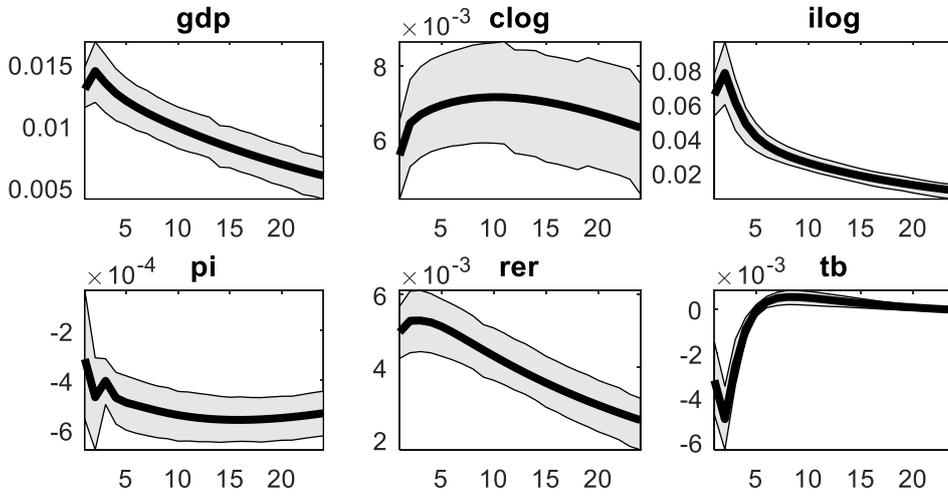
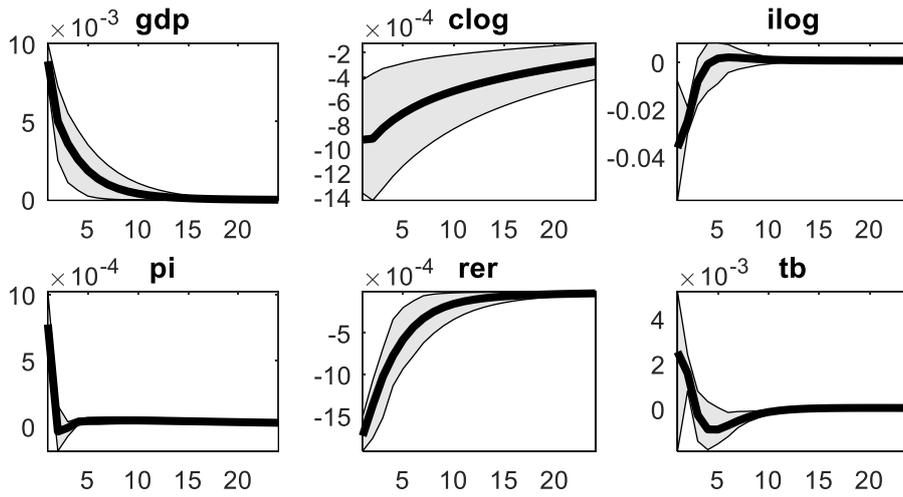


Gráfico 4-s: Funciones impulso resto de shocks de Honduras

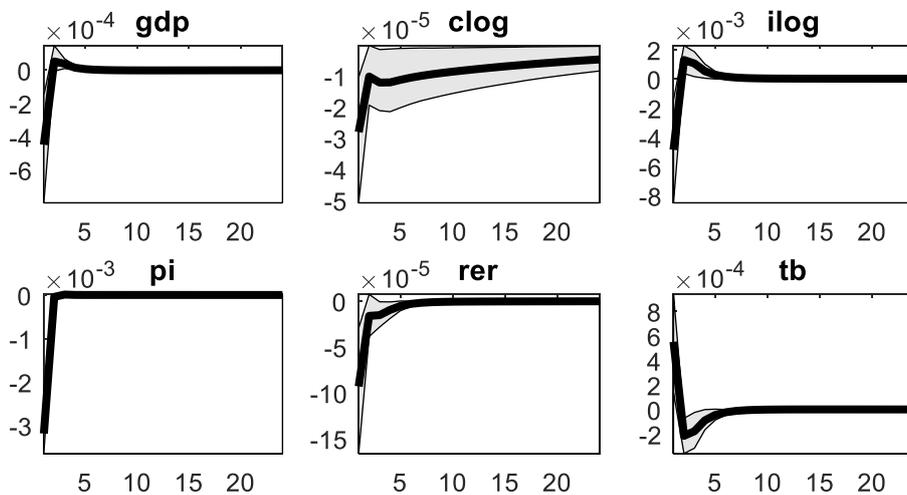
Shock de productividad



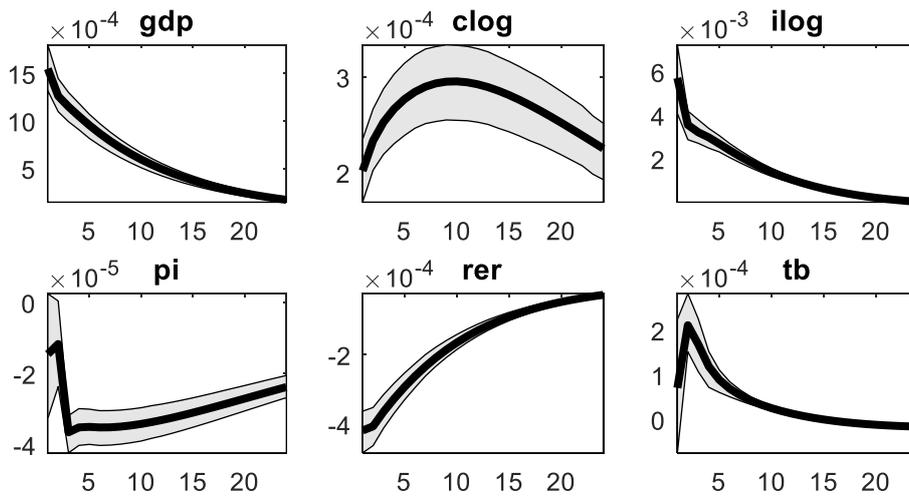
Shock de gasto público



Shock de política monetaria



Shock del producto externo



Shock de la tasa de interés internacional

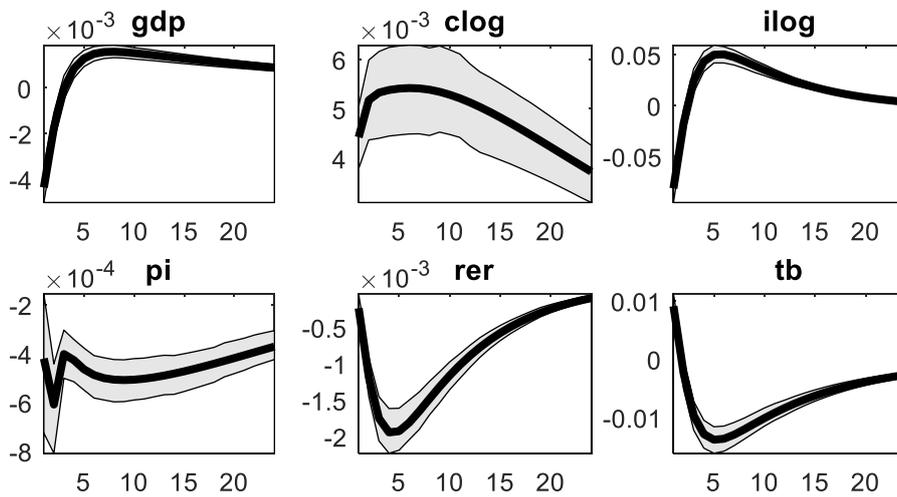
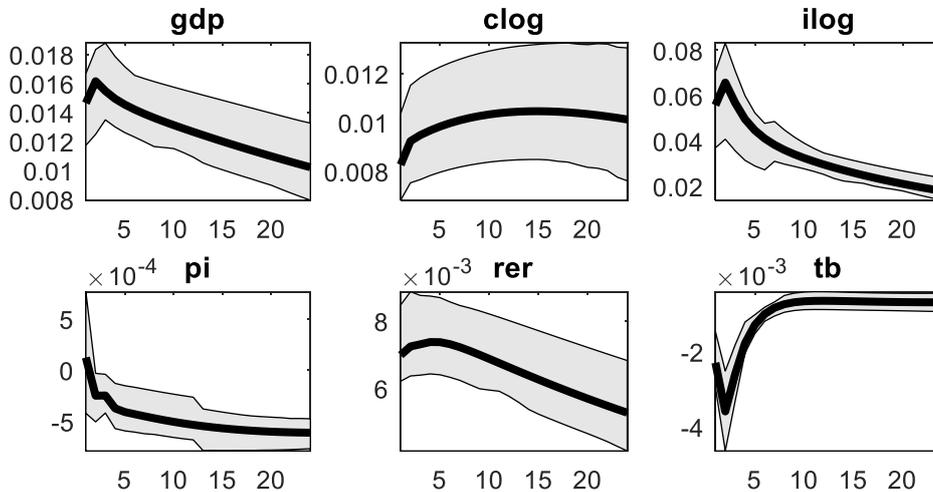
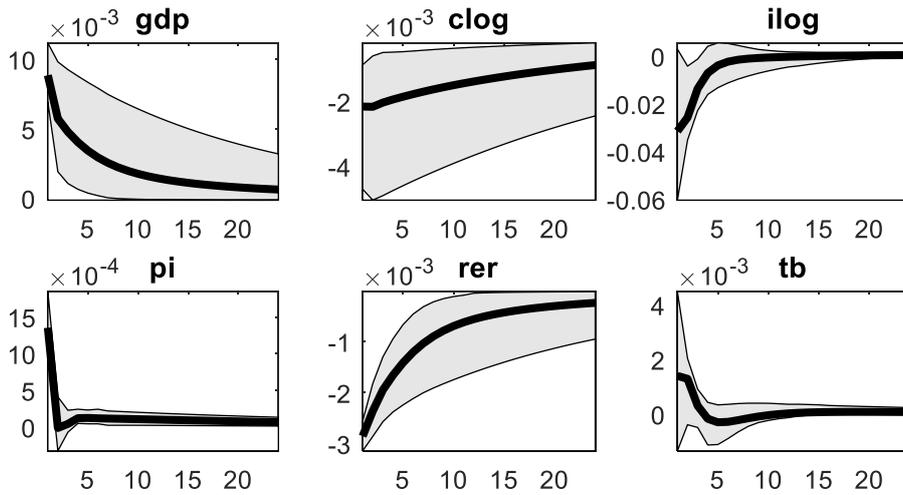


Gráfico 4-t: Funciones impulso resto de shocks de Nicaragua

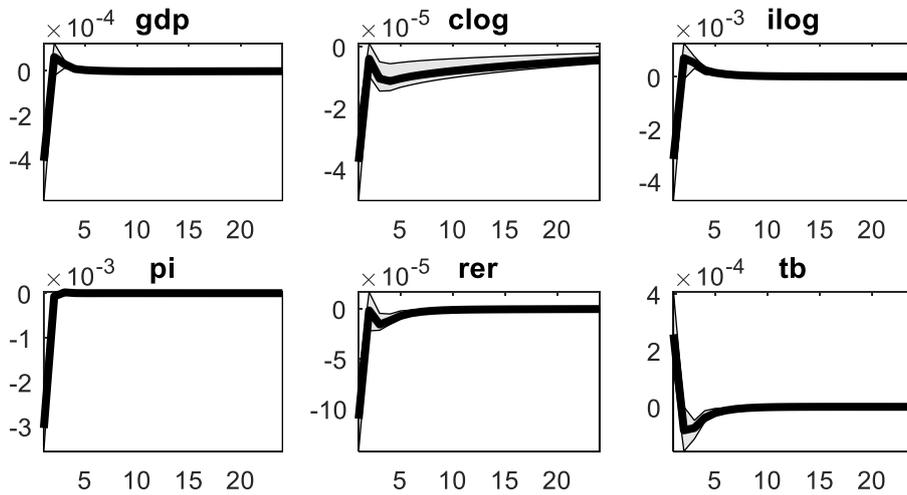
Shock de productividad



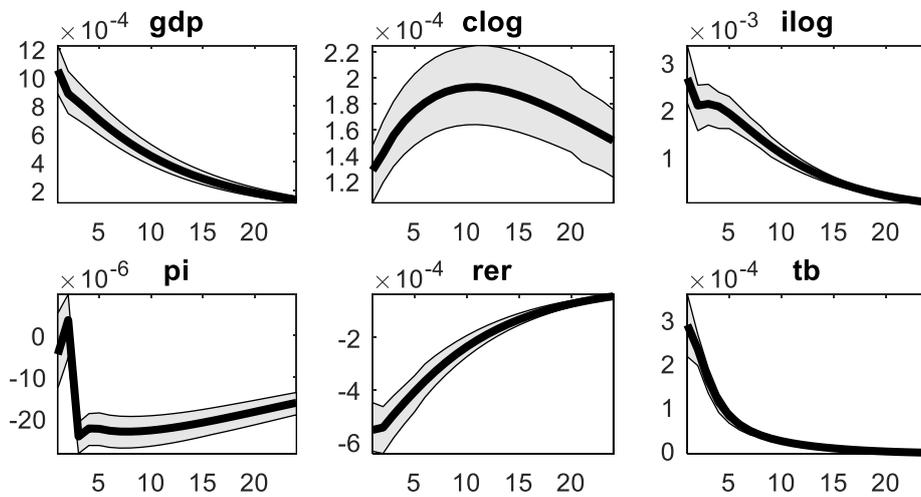
Shock de gasto público



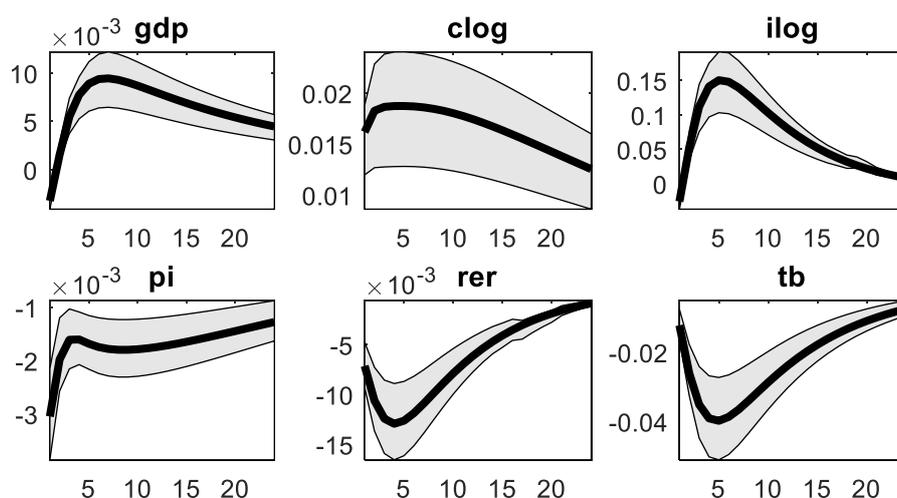
Shock de política monetaria



Shock del producto externo



Shock de la tasa de interés internacional



G. Estimaciones de posteriors por país

Cuadro 4-e: Resultados de Costa Rica

Parámetro	Prior			Posterior		
	Tipo	Media	desvío	Moda	desvío	media
rhoa	Beta	0.6	0.2	0.0318	0.0197	0.0554
rhog	Norm	0.8	0.21	0.7954	0.1929	0.7237
kappal	Norm	3	1	0.0336	0.0064	0.0341
kappaD	Beta	0.05	0.01	0.0379	0.009	0.0424
kappaP	Norm	25	5	11.364	3.6019	12.3363
kappaC	Beta	0.5	0.2	0.0226	0.0174	0.0342
omega	Beta	0.5	0.2	0.9608	0.0175	0.9521
ind	Beta	0.5	0.2	0.0344	0.0256	0.0544
rhom	Beta	0.5	0.2	0.0488	0.03	0.0785
rhop	Beta	0.5	0.2	0.9873	0.0072	0.9817
rhoy	Beta	0.5	0.2	0.6572	0.0215	0.656
phiy	Beta	0.5	0.2	0.0258	0.0109	0.0309
phie	Beta	0.5	0.2	0.8075	0.0294	0.7629
phipi	Norm	1.5	0.21	2.3967	0.0207	2.3769
vt_s_noanti	Norm	4	1.5	0.0153	0.0015	0.016
vt_s_anti	Norm	5	1	0.0165	0.0015	0.0174
va	Norm	0.5	1	0.0078	0.0013	0.0084
vm	Norm	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.001
vrz	Norm	0.5	0.5	0.0012	0.0001	0.0013
vy	Norm	0.5	0.5	0.0031	0.0002	0.0031

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-f: Resultados de El Salvador

Parámetro	Prior			Posterior		
	Tipo	media	desvío	Moda	desvío	media
rhoa	Beta	0.5	0.2	0.0555	0.043	0.252
rhog	Norm	0.8	0.21	0.7268	0.1982	0.6856
kappal	Norm	3	1	0.094	0.012	0.0905
kappaD	Norm	0.05	0.01	0.0106	0.0007	0.0111
kappaP	Norm	25	5	30.6405	3.8803	28.4257
kappaC	Beta	0.5	0.2	0.0158	0.0123	0.0251
omega	Beta	0.5	0.2	0.9709	0.009	0.9668
ind1	Beta	0.5	0.2	0.0822	0.0531	0.0964
rhom	Beta	0.5	0.2	0.0777	0.0545	0.103
rhop	Beta	0.5	0.2	0.9136	0.0211	0.9341
rhoy	Beta	0.5	0.2	0.0445	0.0339	0.0565
phiy	Beta	0.5	0.2	0.0324	0.0218	0.0472
phipi	Norm	1.5	0.21	1.9463	0.1712	2.0052
vt_s_noanti	Norm	4	1.5	0.0531	0.0047	0.0542
vt_s_anti	Norm	5	1	0.0286	0.0024	0.0294
va	Norm	0.5	1	0.0475	0.0056	0.0484
vm	Norm	0.1	0.01	0.0015	0.0002	0.0014
vrz	Norm	0.5	0.5	0.0078	0.0007	0.0079
vy	Norm	0.5	0.5	0.0031	0.0002	0.0031

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-g: Resultados de Guatemala

Parámetro	Prior			Posterior		
	Tipo	Media	desvío	Moda	desvío	media
rhoa	Norm	0.5	0.1	0.2044	0.1258	0.1968
rhog	Norm	0.8	0.21	0.6969	0.2022	0.6605
kappal	Beta	0.1	0.01	0.0433	0.0046	0.0447
kappaD	Beta	0.05	0.01	0.0751	0.0149	0.0736
kappaP	Norm	20	3	20.3083	2.867	20.4363
kappaC	Beta	0.5	0.2	0.0352	0.0257	0.0542
omega	Beta	0.5	0.2	0.9616	0.0137	0.9577
ind	Beta	0.5	0.2	0.0345	0.0269	0.0538
rhom	Beta	0.5	0.2	0.108	0.0812	0.1341
rhop	Beta	0.5	0.2	0.6059	0.0717	0.5938
rhoy	Beta	0.5	0.2	0.0441	0.0338	0.0628
phiy	Beta	0.5	0.2	0.0136	0.0049	0.0187
phie	Beta	0.5	0.2	0.0436	0.0383	0.0664
hipi	Norm	1.5	0.21	0.998	0.0416	0.9924
vt_s_noanti	Norm	4	1.5	0.0497	0.0045	0.0516
vt_s_anti	Norm	5	1	0.0493	0.0046	0.0514
va	Norm	0.5	1	0.0211	0.0027	0.0218
vm	Norm	0.1	0.01	0.0014	0.0001	0.0015
vrz	Norm	0.5	0.5	0.0026	0.0003	0.0027
vy	Norm	0.5	0.5	0.0031	0.0003	0.0031

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-h: Resultados de Honduras

Parámetro	Prior			Posterior		
	Tipo	Media	desvío	Moda	desvío	media
rhoa	Beta	0.5	0.2	0.9597	0.0088	0.957
rhog	Norm	0.8	0.21	0.6667	0.144	0.6299
kappal	Norm	3	1	0.0024	0.001	0.0028
kappaD	Norm	0.05	0.01	0.034	0.006	0.0351
kappaP	Norm	25	5	2.8595	1.7012	2.7502
kappaC	Beta	0.5	0.2	0.1144	0.0622	0.1292
omega	Beta	0.5	0.2	0.9802	0.0069	0.9777
ind	Beta	0.5	0.2	0.1414	0.1509	0.2302
rhom	Beta	0.5	0.2	0.1871	0.1341	0.1965
rhop	Beta	0.5	0.2	0.9687	0.0313	0.9607
rhoy	Beta	0.5	0.2	0.0454	0.0346	0.0485
phiy	Beta	0.5	0.2	0.0436	0.016	0.0457
phie	Beta	0.5	0.2	0.0947	0.0566	0.1188
phipi	Norm	1.5	0.21	1.7656	0.1757	1.7879
vt_s_noanti	Norm	4	1.5	0.0203	0.002	0.0211
vt_s_anti	Norm	5	1	0.0194	0.0018	0.0203
va	Norm	0.5	1	0.0266	0.003	0.027
vm	Norm	0.1	0.01	0.0009	0.0001	0.001
vrz	Norm	0.5	0.5	0.0017	0.0002	0.0017
vy	Norm	0.5	0.5	0.0031	0.0002	0.0031

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-i: Resultados de Nicaragua

Parámetro	Prior			Posterior		
	Tipo	Media	desvío	Moda	desvío	media
rhoa	Beta	0.5	0.2	0.1407	0.1203	0.9761
rhog	Norm	0.8	0.21	0.8548	0.1806	0.7348
kappal	Norm	3	1	0.0172	0.0042	0.0082
kappaD	Norm	0.05	0.01	0.0653	0.0095	0.0607
kappaP	InvG	5	Inf	1.7002	0.4666	1.9284
kappaC	Beta	0.5	0.2	0.0367	0.0271	0.1008
omega	Beta	0.5	0.2	0.9214	0.0222	0.9852
ind	Beta	0.5	0.2	0.2169	0.1636	0.3125
rhom	Beta	0.5	0.2	0.2098	0.1701	0.1829
rhop	Beta	0.5	0.2	0.6728	0.0722	0.6725
rhoy	Beta	0.5	0.2	0.0645	0.0489	0.0811
phiy	Beta	0.5	0.2	0.1696	0.0784	0.213
phie	Beta	0.5	0.2	0.0626	0.0475	0.0797
phipi	Norm	1.5	0.21	1.6774	0.2736	1.7916
vts_noanti	Norm	4	1.5	0.0539	0.0055	0.0346
vts_anti	Norm	5	1	0.038	0.0044	0.0195
va	Norm	0.5	1	0.0158	0.0018	0.0259
vm	Norm	0.1	0.01	0.0013	0.0002	0.0009
vrz	Norm	0.5	0.5	0.0036	0.0004	0.0038
vy	Norm	0.5	0.5	0.003	0.0003	0.0032

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones generales y líneas futuras de investigación

Esta investigación contribuye a la evidencia en macroeconomía internacional para las economías en desarrollo, particularmente las centroamericanas, y los resultados son plausibles, tanto en términos teóricos como aplicados. En particular, el Capítulo 2 cubre un vacío encontrado en la revisión de la literatura, particularmente la ausencia de una adecuada caracterización exógena de los shocks de los términos de intercambio anticipados o "news" y no anticipados o "sorpresas" para los países en desarrollo en el marco del uso de los modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (DSGE por sus siglas en inglés) nuevos keynesianos. De esta manera, el aporte distintivo a la literatura para economías en desarrollo se observa cuando mantiene las características de competencia imperfecta del modelo nuevo keynesiano y al mismo tiempo plantea la forma de estudiar un shock externo de términos de intercambio.

En el Capítulo 3, se evalúa empíricamente las implicaciones de los shocks anticipados y no anticipados de los términos de intercambio para las economías centroamericanas, encontrando nueva evidencia empírica para los países en estudio, mediante el uso de modelos SBVAR basado en el enfoque de la MFEV presentado por Uhlig (2003) y ampliado por Barsky y Sims (2011), y Kurmann y Sims (2020).

Los resultados del modelo SBVAR son consistentes con los resultados teóricos del tercer ensayo del capítulo 4, con lo cual, para el conjunto de países en estudio, la mejora no anticipada de los términos de intercambio provoca una respuesta positiva y significativa del producto. Además, se observa un incremento del consumo, una apreciación del tipo de cambio y una mejora de la balanza comercial, así como una mayor inflación.

En cuanto a la contribución de los shocks estudiada usando SBVAR, los shocks anticipados de los términos de intercambio poseen un mayor peso con respecto a los no anticipados en la variabilidad de los agregados macroeconómicos, con excepción en el nivel de precios. En el conjunto de países, los movimientos anticipados de los términos de intercambio (aquellos previstos por los agentes observando fundamentos), explican en promedio un 21% de las fluctuaciones en el producto de los países estudiados, superior al 6% de los shocks inesperados de los términos de intercambio.

Con respecto a la evaluación aplicada usando DSGE bayesianos del capítulo 4, es una evaluación teórica de los shocks anticipados y no anticipados para los países analizados en esta investigación mediante un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico. Entre los hallazgos se encuentra que los resultados son consistentes con la evaluación empírica, encontrando que los ciclos económicos son impulsados con mayor peso por los shocks anticipados de los términos de intercambio. En particular, las estimaciones muestran que los movimientos anticipados explicar alrededor del 27.8% de la variación del PIB, luego de dos años de ocurridos, por encima del 7.8% de los no anticipados

De esta forma, el shock de noticias o anticipados juega un papel de mayor relevancia en la generación de las fluctuaciones macroeconómicas, un resultado consistente con Schmitt-Grohé y Uribe (2018) que muestra que los cambios inesperados en los términos de intercambio explican una pequeña parte de las variaciones de producción en los países en desarrollo. La mayor contribución de los shocks anticipados respecto a los no anticipados, es un reflejo del papel de las expectativas, y a la vez su importancia para el diseño y aplicación de política macroeconómica; específicamente, que los shocks anticipados generan expectativas de optimismo (o pesimismo) en las decisiones económicas actuales (de consumo, inversión u otras sobre variables reales), que al tomarse en cuenta en el diseño de políticas económicas podrían incrementar (o disminuir) su efectividad. Cabe señalar que la inclusión explícita de las expectativas de los términos de intercambio es un tema desafiante para estudios futuros.

En este contexto, la evidencia muestra que la relevancia del tipo de shocks de términos de intercambio es una fuente clave para las fluctuaciones de la actividad económica, particularmente para desarrollar medidas de política para la minimización o suavización de sus efectos, reduciendo las posibilidades de introducir nuevas distorsiones o volatilidad a la economía. Estas razones justifican diseñar e implementar medidas de política económica, como las siguientes: a) manejar directamente el riesgo de los precios de los commodities (por ejemplo, fondos de estabilización), b) promover la diversificación productiva del país, c) aplicar política fiscal contracíclica que permita contar con recursos para suavizar el consumo cuando el poder de compra sea afectado, d) mantener un nivel suficiente de reservas internacionales para preservar el equilibrio de la

balanza de pagos o afrontar salida de capitales, e) mantener un régimen cambiario que permita enfrentar shocks externos, entre otras medidas.

Ahora bien, se encontraron algunas dificultades analíticas que conviene mencionar. En particular, aunque los datos fueron informativos en la mayoría de los casos, algunas estimaciones bayesianas parecían estar bastante influenciadas por las distribuciones a priori elegidas, una influencia que idealmente debería ser lo más pequeña posible. Finalmente, varias extensiones de este trabajo merecen consideración como futuras líneas de investigación. En primer lugar, puede ser útil extender la caracterización de los shocks anticipados para otras variables relevantes como remesas, así como abordar el uso de otros métodos de estimación, por ejemplo, mediante la aplicación en un próximo ensayo de los Panel VAR. Además, se plantea en una futura investigación estudiar los efectos individuales de los países, dada la relevancia del tema. Otra investigación futura será introducir el tema de la desigualdad, mediante el uso de modelos con agentes heterogéneos.