

BANCO DE GUATEMALA

Documentos de Trabajo

CENTRAL BANK OF GUATEMALA

Working Papers

No. 127

**PERTURBACIONES INTERNAS Y EXTERNAS EN
PEQUEÑAS ECONOMÍAS ABIERTAS: UN ANÁLISIS
DE EQUILIBRIO GENERAL PARA EL CASO DE
NICARAGUA (1994-2011).***

Año 2013

Autor:

Alfredo Ibrahim Flores Sarria

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





BANCO DE GUATEMALA

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

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

*****©*****

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

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

PERTURBACIONES INTERNAS Y EXTERNAS EN PEQUEÑAS
ECONOMÍAS ABIERTAS: UN ANÁLISIS DE EQUILIBRIO
GENERAL PARA EL CASO DE NICARAGUA (1994-2011).

Centroamérica, febrero de 2013



ÍNDICE

SECCIONES	TÍTULO	PÁGINA
I	INTRODUCCIÓN	1
II	EVOLUCIÓN DE VARIABLES RELEVANTES DE LA ECONOMÍA NICARAGÜENSE	6
III	ESTRUCTURA DEL MODELO A UTILIZAR.	10
IV	OBTENCIÓN DEL VALOR NUMÉRICO DE LOS PARÁMETROS DE LAS ECUACIONES DE COMPORTAMIENTO DEL MODELO	25
V	SIMULACIONES DEL MODELO	27
VI	CONCLUSIONES	42
	REFERENCIAS	44
ANEXO I	ESTIMACIÓN DE UNA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PARA NICARAGUA	49
ANEXO II	ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN ASOCIADA A LA PERTURBACIÓN DE PRODUCTIVIDAD	54
ANEXO III	CÓDIGO DEL MODELO EN DYNARE	56

I. INTRODUCCIÓN

En este documento es presentado, un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (MEGDE), micro fundamentado, para una economía pequeña y abierta y que sigue la línea del paradigma neok keynesiano. A través de dicho modelo, se determinan las fuerzas y mecanismos que inciden en la trayectoria de las principales variables macroeconómicas de la economía nicaragüense, referidas específicamente al período 1994-2011 y tomando, en la medida de lo posible, como referencia el Sistema de Cuentas Nacionales Anuales base 2006 (CNA 2006) del Banco Central de Nicaragua (BCN).

En la actualidad, existe marcado interés en el desarrollo a diferentes escalas de estos modelos por parte del sector académico, las instituciones de gobierno, los organismos internacionales pero sobre todo de los bancos centrales dado que es posible analizar a través de ellos la respuesta de los diferentes agentes económicos ante cambios en su entorno, determinándose dichas respuestas en un contexto de equilibrio general en el cual todas las variables endógenas de la economía se determinan de forma simultánea.

Este tipo de modelos parten de los desarrollos realizados por Ramsey (1927,1928) en contacto con Keynes¹. Posteriormente, Cass (1965), Koopmans (1965) y Brock y Mirman (1972), realizan contribuciones en la misma línea que había trabajado Ramsey. No obstante, es en la década de los ochenta del siglo veinte cuando realmente estos modelos recobran protagonismo debido a los avances de la informática. Especialmente se destaca el trabajo de Kydland y Prescott (1982) que se enmarca dentro de la Teoría de los Ciclos Económicos Reales (RBC) y que supuso además, considerar el modelo básico de equilibrio general como herramienta de trabajo.

A nivel de la región ² es preciso mencionar las siguientes contribuciones:

- Castillo-Maldonado (2007) quien desarrolla un modelo de pronósticos de corto plazo para la economía guatemalteca que incorpora en el análisis rigideces nominales. Se trata de un modelo semi-estructural puesto que las ecuaciones de comportamiento no se derivan de un

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

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

problema de optimización dinámica y porque la parte estructural consiste en la calibración de las condiciones de estado estacionario.

- Arriaza-Herrera (2008) quien considera para la economía de Guatemala la producción de dos tipos de bienes (no transables y exportados). Un bien importado además es utilizado como insumo para la producción de ambos tipos de bienes. Son incorporados en el análisis costos de ajustes en la acumulación de capital a fin de mejorar la replicación de la dinámica de corto plazo de la economía. El flujo de remesas familiares es incorporado en el modelo como un determinante de la apreciación cambiaria.
- Acevedo-Jiménez (2011) quien estima un MEGDE a fin de evaluar el impacto de las reformas tributarias en Nicaragua. En este trabajo, el autor supone una economía cerrada, en competencia perfecta, con un agente representativo que maximiza su utilidad en función del consumo y el ocio; y tres tipos de impuestos: a la renta de los trabajadores, al consumo y a las rentas del capital.

A pesar del uso extendido de estos modelos en la literatura económica, no resulta sorprendente el escaso número de

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

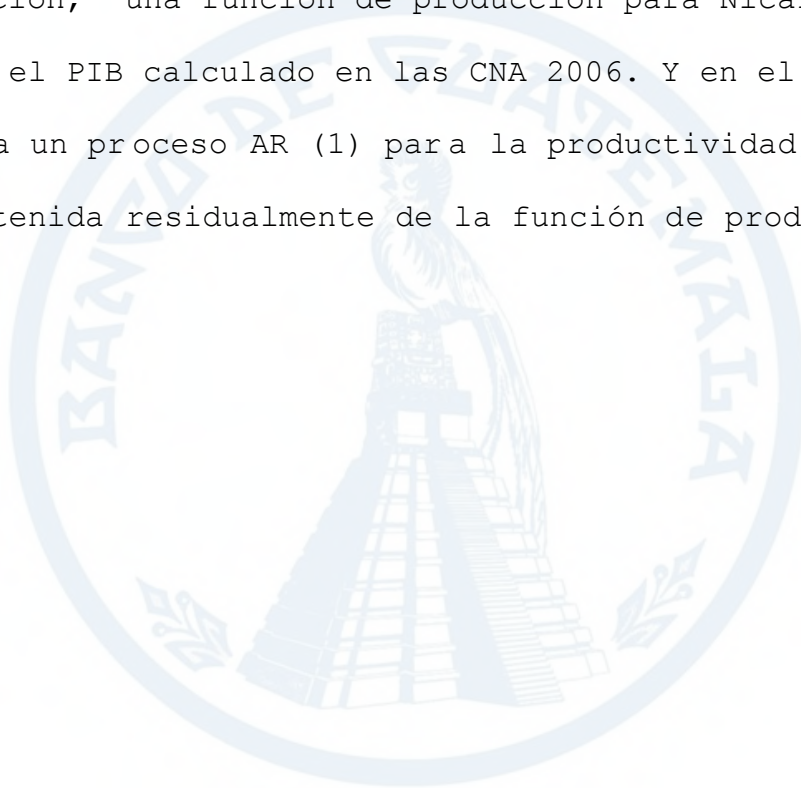
Esta investigación está concebida para cumplimentar los siguientes objetivos:

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

El documento está organizado de la siguiente manera: en la parte 2 se presenta la evolución de algunas variables relevantes de la economía nicaragüense. La parte 3 describe la estructura del modelo a utilizar. En la parte 4 se define el valor numérico de los parámetros de las ecuaciones del comportamiento del modelo. Una vez definidos dichos

parámetros, en la parte quinta, se simula el modelo a fin de obtener las funciones de impulso -respuesta; y en la parte sexta se presentan las conclusiones.

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



II. EVOLUCIÓN DE VARIABLES RELEVANTES DE LA ECONOMÍA NICARAGÜENSE.

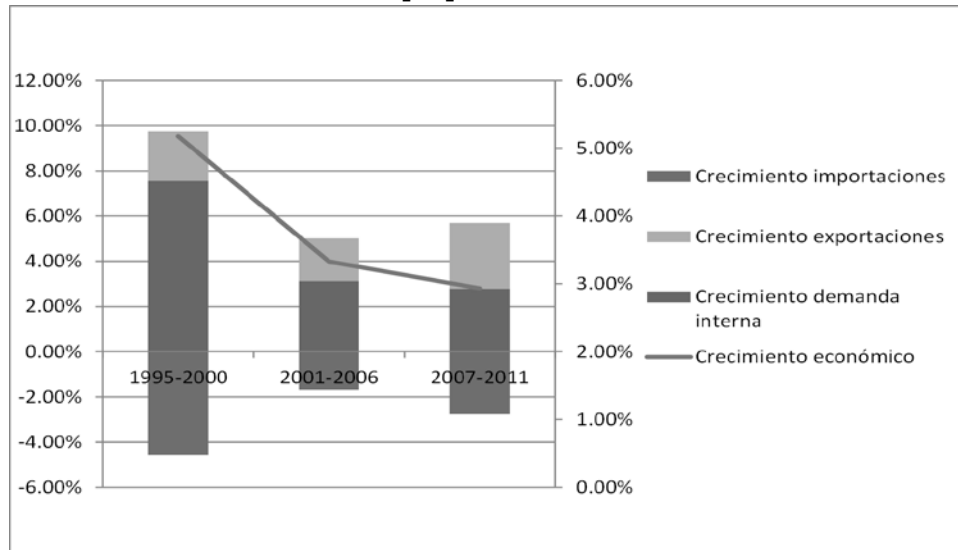
Cualquier tipo de proceso de modelación debe tener conformidad con los datos. Es decir, debe tratarse de replicar el proceso generador de información de las principales variables de la economía que se está estudiando.

De acuerdo con las CNA 2006, la economía nicaragüense, ha crecido en torno al 3.81% durante el período 1995-2011. Este crecimiento ha estado sustentado fundamentalmente por la expansión de la demanda interna (consumo e inversión) y de las exportaciones. No obstante, ha sido neutralizado por el dinamismo mostrado por las importaciones.

CUADRO 1 NICARAGUA: FUENTES DE SU CRECIMIENTO ECONÓMICO (1995-2011)
Fuente: Elaboración propia en base a las CNA del BCN

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

GRÁFICO 1 NICARAGUA: FUENTES DE SU CRECIMIENTO ECONÓMICO (1995-2011)
 Fuente: Elaboración propia en base a las CNA del BCN



El proceso inflacionario nicaragüense, responde de acuerdo con Mayorga (2008), a tres principales fuentes de variación: inflación importada, devaluación del córdoba con respecto al dólar y presiones inflacionarias internas.

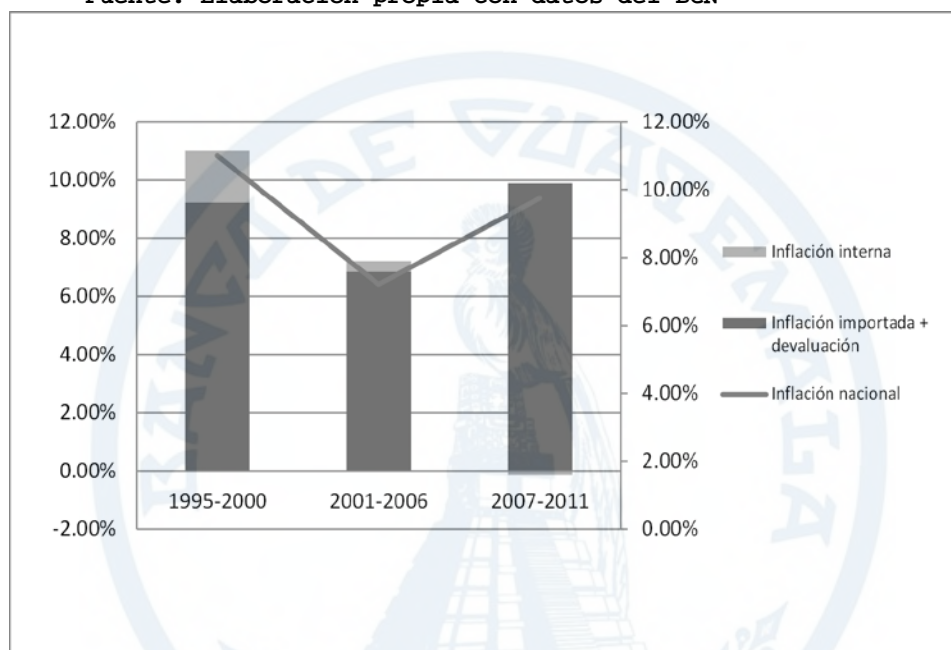
Como puede apreciarse, gran parte de la inflación nicaragüense tiene un alto componente importado; derivado del hecho de que Nicaragua tiene uno de los índices de apertura más altos de la región (aproximadamente 67%)³.

³La apertura está medida mediante: $APE = X + M/Y$

CUADRO 2 NICARAGUA: FUENTES DE LA INFLACIÓN (1995-2011)
 Fuente: Elaboración propia con datos del BCN

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

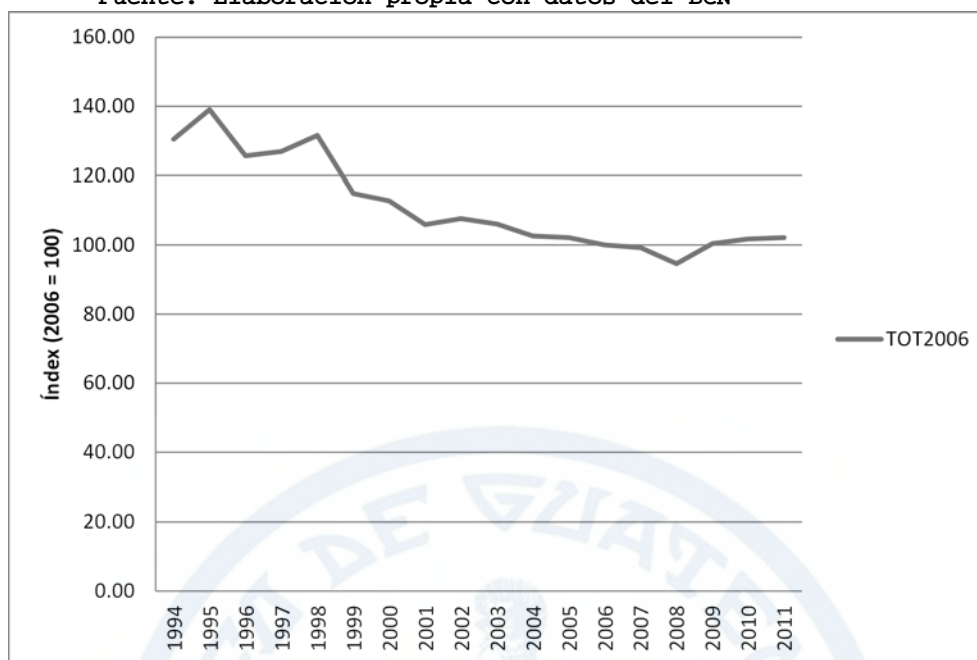
GRÁFICO 2 NICARAGUA: FUENTES DE LA INFLACIÓN (1995-2011)
 Fuente: Elaboración propia con datos del BCN



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

GRÁFICO 3 NICARAGUA: TÉRMINOS DE INTERCAMBIO (1994-2011)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCN



El análisis que se ha realizado acerca de la evolución del crecimiento económico, de la inflación y de los términos de intercambio; ponen de manifiesto la alta dependencia externa de la economía nicaragüense, hecho que ha sido constatado en un trabajo pionero elaborado por Siri (1979) y más recientemente por Cáceres y Flores-Sarria (2011) y por Flores-Sarria (2012).

Lo anterior justifica que la estrategia de modelización a seguir en este trabajo opere bajo los siguientes supuestos: pequeña economía abierta, con formación de hábitos de consumo e imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales.

III. ESTRUCTURA DEL MODELO A UTILIZAR.

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

A. LAS ECUACIONES

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

- LOS HOGARES

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

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

Donde β es un factor de descuento, θ constituye una medida absoluta de aversión al riesgo, ϕ representa la elasticidad de la oferta de trabajo, C es el consumo, L la dotación de factor trabajo, γ es la persistencia de los hábitos de consumo.

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

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

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

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

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

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

Además $P_t C_t$ está dado por:

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

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

El langrangiano de este problema de optimización se transforma en:

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

Es decir:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} \frac{1}{P_{t+1}} (1+i_t) &= \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \frac{1}{P_t} \Rightarrow \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1+i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \frac{P_{t+1}}{P_t} \\ \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1+i_t) &= \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} (1+\pi_{t+1}) \\ \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta} C_t^{\gamma(1-\theta)} (1+i_t)}{(1+\pi_{t+1})} &= C_t^{\gamma(1-\theta)-\theta} \quad [11] \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} L_t^{\varphi} &= \frac{C_t^{-\theta}}{P_t C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} W_t \\ L_t^{\varphi} C_t^{\theta} C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)} &= \frac{W_t}{P_t} \quad [12] \end{aligned}$$

Las expresiones [11] y [12], que son no lineales, se pueden expresar como desviaciones con respecto a su estado estacionario a fin de linealizarlas⁴:

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

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

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

- LAS EMPRESAS

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

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

Se define el producto marginal del trabajo como:

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

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

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

⁵ La tasa de inflación es denotada por π

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

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

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

El costo marginal real para las empresas está dado por⁷:

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

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

$$\begin{aligned} cm_t &= w_t^n - p_{H,t} - pml_t = (w_t^n - p_t) + (p_t - p_{H,t}) - pml_t \\ cm_t &= (w_t^n - p_t) + \delta s_t - pml_t \quad [20] \end{aligned}$$

Donde s_t son los términos de intercambio definidos como:

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

Empleando logaritmos se tiene:

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

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

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

Sustituyendo [17] en la expresión anterior se tiene:

⁷Wⁿ es el salario nominal.

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

$$\kappa_y = \lambda \frac{\varphi + \alpha}{1 - \alpha} \quad [28]$$

$$\kappa_a = \lambda \frac{\varphi + 1}{1 - \alpha} \quad [29]$$

- EL SECTOR EXTERNO

De la expresión [2] se sabe que el consumidor representativo demanda bienes y servicios producidos domésticamente ($C_{H,t}$) e importados ($C_{F,t}$). Con la finalidad de obtener las cantidades

óptimas para a mbos tipos de consumo, se obtienen las condiciones de primer orden al derivar [5] y [6] respecto a $C_{H,t}$ y $C_{F,t}$ respectivamente:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁸ P* es el nivel de precios foráneo.

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

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

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

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

- La linearización conduce a:

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

A partir de la linearización de [32] y [35] y al combinarlas con [38] y [40] se obtiene⁹:

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

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

Una expresión lineal para [2] está dada por:

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

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

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

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

⁹La expresión [42] se considera la función de demanda de importaciones.

La forma lineal-logarítmica de [44] es:

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

Las exportaciones netas mediante la siguiente identidad:

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

Una expresión lineal para [46] está dada por:

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

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

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

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

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

La versión linearizada de la expresión anterior está dada por:

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

- LA INFLACIÓN Y EL TIPO DE CAMBIO REAL

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

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

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

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

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

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

Una expresión lineal para [53] está dada por:

$$\begin{aligned} q_t &= e_t + p_t^* - p_t = s_t - (p_t - p_{H,t}) = s_t - \delta s_t \\ q_t &= s_t(1-\delta) \quad [54] \end{aligned}$$

• ECUACIÓN DINÁMICA DE LOS ACTIVOS Y PARIDAD
DESCUBIERTA DE LA TASA DE INTERÉS

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

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

La linearización de [55] conduce a^{10,11}:

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

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

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

Donde Φ representa la prima de riesgo que es necesaria para que el modelo alcance un estado estacionario. Una razón

¹⁰ $\frac{1+i_{t-2}}{1+\pi_{t-1}} \approx 1+i_{t-2} - \pi_{t-1}$

¹¹ Acá se varía la notación de las minúsculas puesto que b_t no representa el logaritmo de B_t sino que $b_t = \frac{B_t}{Y_{PH,t}}$

intuitiva para la existencia de dicha prima de riesgo es que los tipos de interés (domésticos y externos) difieren por la razón de que los ahorros domésticos tienen un riesgo relativo alto o bajo.

La prima de riesgo tiene la siguiente expresión:

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

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

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

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

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

- EL BANCO CENTRAL

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

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

- PERTURBACIONES ESTOCÁSTICAS

El modelo cuenta con los siguientes tipos de perturbaciones:

o Productividad $\rightarrow a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t^y \quad [62]$

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

o Demanda $\rightarrow z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^C$ [63]

o Inflación $\rightarrow u_t = \rho_u u_{t-1} + \varepsilon_t^\pi$ [64]

o Economía externa $\rightarrow y_t^* = \rho_y^* y_{t-1}^* + \varepsilon_{y,t}^*$ [65]

o Inflación externa $\rightarrow \pi_t^* = \rho_\pi^* \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi,t}^*$ [66]

o Regla de política $\rightarrow v_t = \rho_v v_{t-1} + \varepsilon_t^i$ [67]



IV. OBTENCIÓN DEL VALOR NUMÉRICO DE LOS PARÁMETROS DE LAS ECUACIONES DE COMPORTAMIENTO DEL MODELO

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

- Estimación bayesiana
- Calibración

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

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

Para efectos de esta investigación, algunos parámetros son estimados mediante métodos econométricos ad-hoc y otros

calibrados. Se muestra a continuación el listado de los parámetros.

CUADRO 3 PARÁMETROS DEL MODELO

Fuente: Elaboración propia

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

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

V. SIMULACIONES DEL MODELO

El modelo es resuelto con Octave¹⁴ mediante el pre-procesador Dynare¹⁵. La duración, magnitud y simetría de las siguientes perturbaciones sobre la economía nicaragüense: productividad, demanda, inflación, regla de política monetaria, producción e inflación externas; es examinada mediante las funciones de impulso-respuesta generadas por la simulación estocástica del modelo.

- Perturbación en la productividad

Una perturbación en la productividad tiende a incrementar la producción agregada empleando menos cantidad de factores. El incremento de la producción agregada, a su vez, aumenta el consumo agregado. Se observa sin embargo, que es el componente doméstico el que aumenta al contrario del componente externo (importaciones) que se sitúan los primeros cuatro períodos de la simulación por debajo del estado

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

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

estacionario. Para situarse por encima del estado estacionario después del período quinto.

El aumento de la producción agregada, causado por el aumento en la productividad, aumenta la capacidad de exportar de la economía; esto es debido a una mejora de los términos de intercambio y por la depreciación del tipo de cambio real.

Dado que en este caso, las exportaciones superan a las importaciones, el saldo de exportaciones netas, es superavitario hasta el período 15, en los períodos posteriores se torna deficitario.

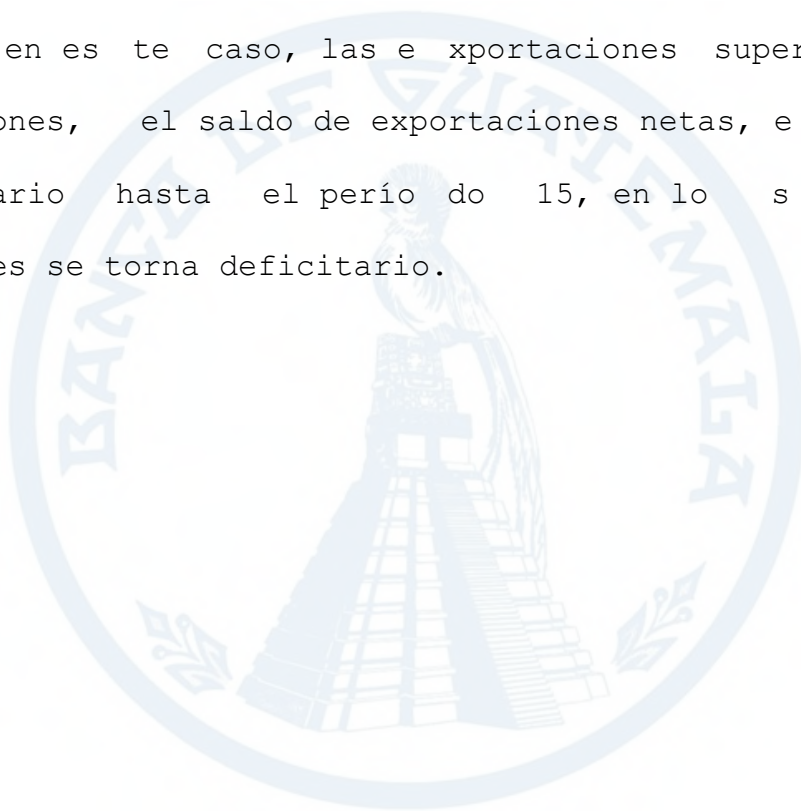


GRÁFICO 4 SHOCK DE PRODUCTIVIDAD Y SUS EFECTOS (I)

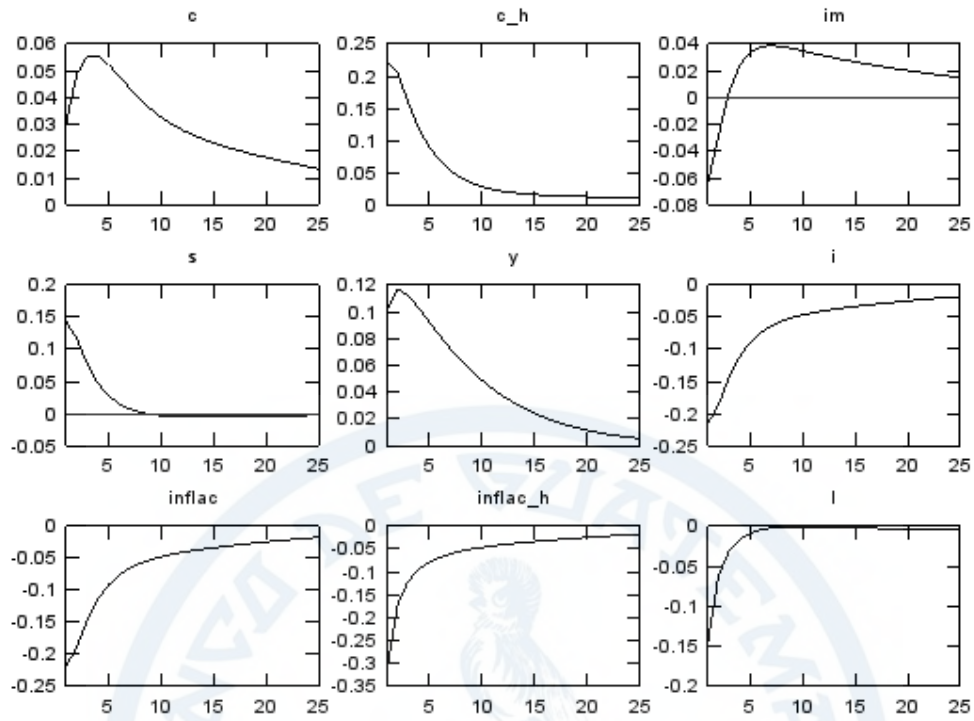
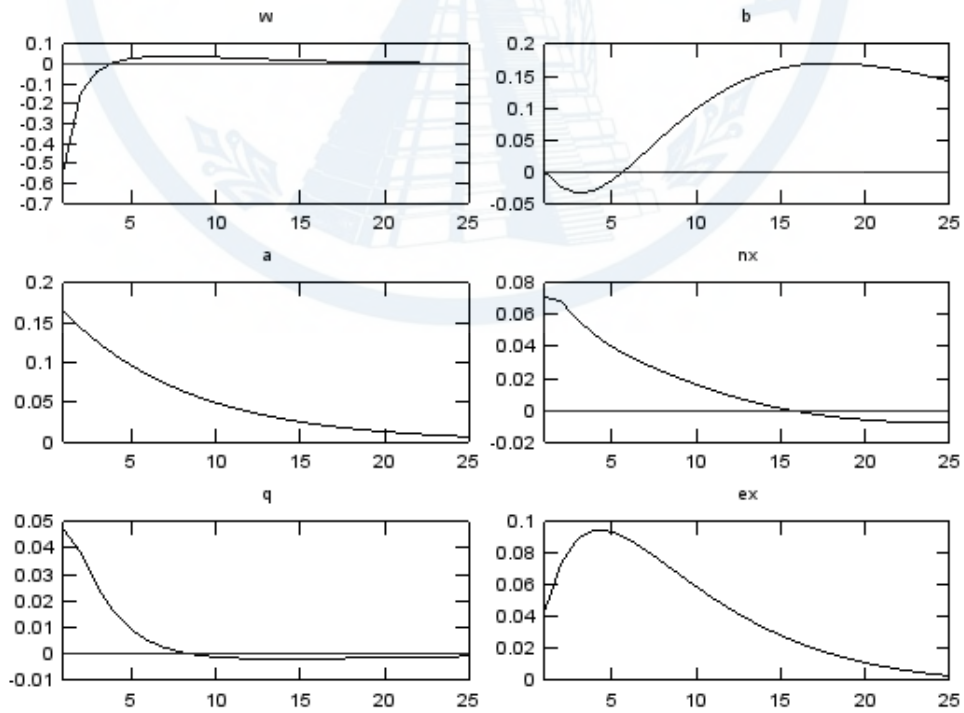


GRÁFICO 5 SHOCK EN LA PRODUCTIVIDAD Y SUS EFECTOS (II)



- Perturbación en la demanda

Un aumento de la demanda, aumenta ambos componentes del consumo agregado (el doméstico y las importaciones) por encima de su estado estacionario hasta en el período décimo.

El aumento en el consumo agregado, viene acompañado de una baja en el tipo de cambio real hasta por cinco períodos (para después volver a aumentar por encima de su estado estacionario) lo cual implica:

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

GRÁFICO 6 SHOCK EN LA DEMANDA Y SUS EFECTOS (I)

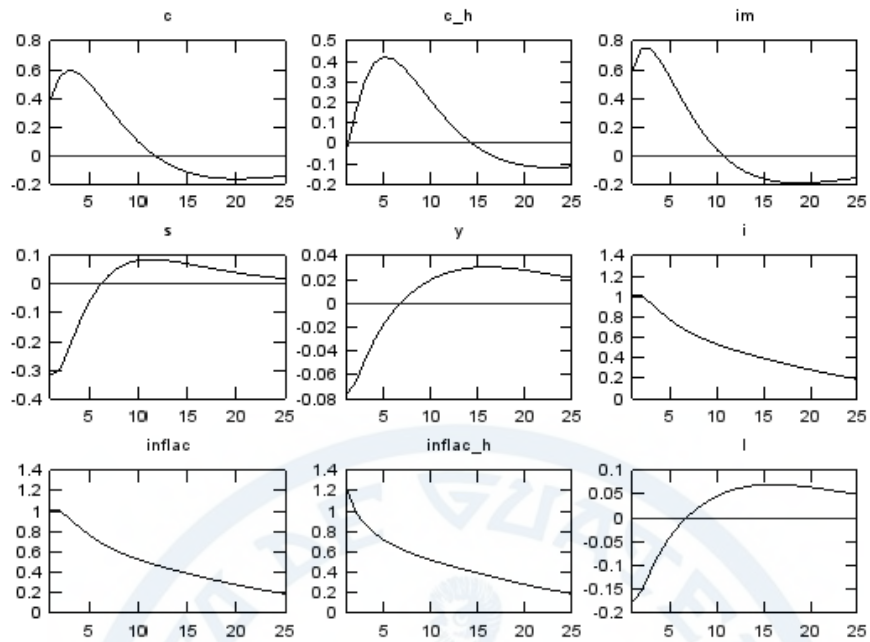
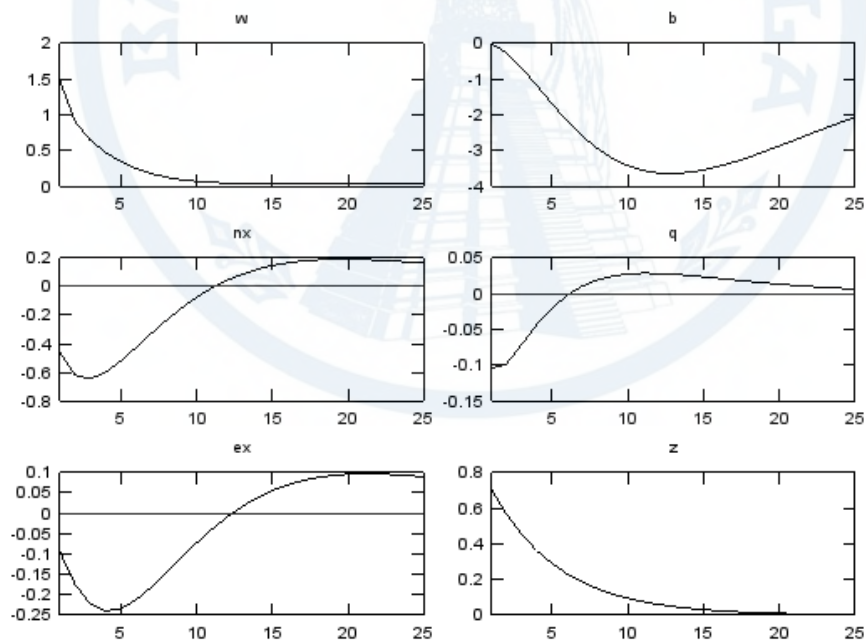


GRÁFICO 7 SHOCK EN LA DEMANDA Y SUS EFECTOS (II)



- Perturbación en la inflación

De acuerdo con Flores-Sarria (2010), existe una dicotomía entre la inflación y el crecimiento económico para la economía de Nicaragua; razón por la cual una perturbación en la inflación coloca a la producción agregada por debajo de su estado estacionario. El producto retorna a su estado estacionario a partir del vigésimo período para permanecer allí en los períodos posteriores.

Al contraerse el producto, también se contrae el consumo agregado (tanto su componente doméstico como el consumo en forma de importaciones) debido a la pérdida de poder adquisitivo del salario real (se observa a través de la gráfica que w se encuentra por debajo de su estado estacionario, retornando a él después del período vigésimo).

En el caso del consumo doméstico, este alcanza el estado estacionario a partir del décimo período. Las importaciones lo alcanzan mucho después del período vigesimoquinto.

Una contracción en la producción agregada, disminuye la cantidad de exportaciones. Las exportaciones alcanzan el estado estacionario hasta en el período 20. Como consecuencia del comportamiento de las exportaciones y de las importaciones, las exportaciones netas alcanzan el estado

estacionario poco después del décimo período para permanecer en lo sucesivo por encima del estado estacionario.

GRÁFICO 8 SHOCK EN LA INFLACIÓN DOMÉSTICA Y SUS EFECTOS (I)

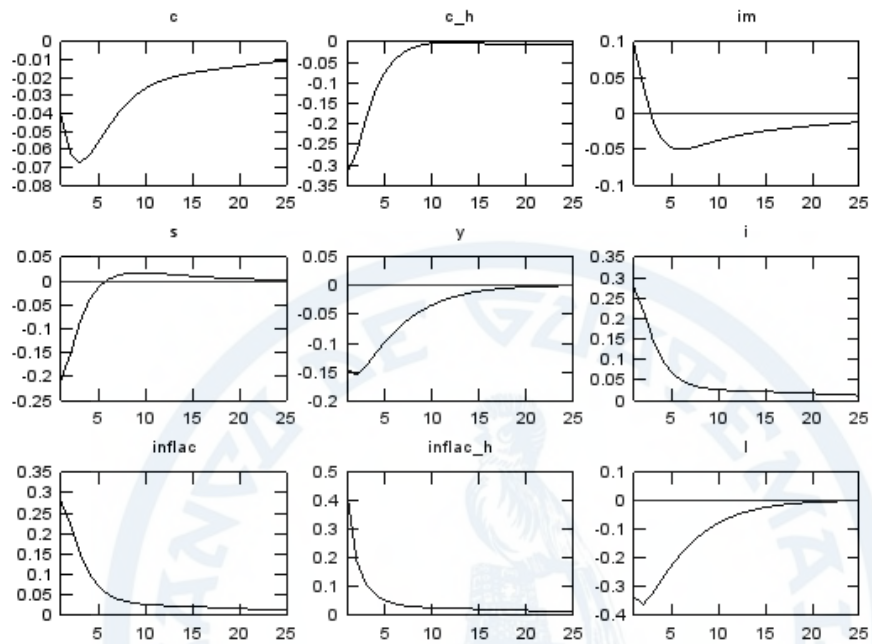
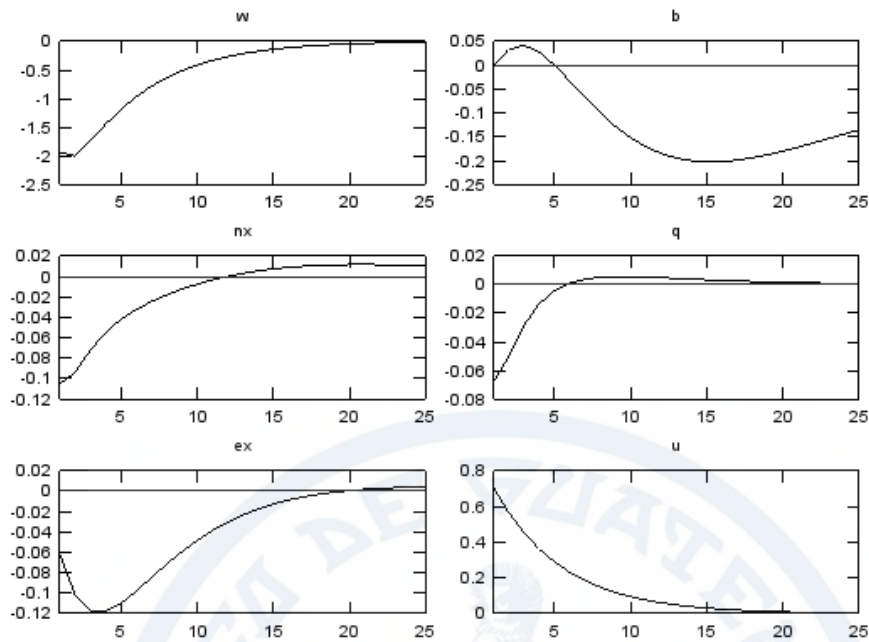


GRÁFICO 9 SHOCK EN LA INFLACIÓN DOMÉSTICA Y SUS EFECTOS (II)



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

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

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

Una perturbación en la regla de política, denotada mediante una variación en la tasa de interés doméstica, contrae el consumo agregado. La contracción es más profunda antes del quinto período para después converger hacia el estado estacionario en los períodos sucesivos, el componente del

consumo agregado que más se contrae es el de las importaciones.

El producto se sitúa por debajo de su estado estacionario, para retornar a él hasta en el décimo período. La contracción en el producto ocasiona una contracción en las exportaciones de la misma duración.

Como puede observarse, la perturbación de la regla de política es de corta duración, la mayoría de variables se contrae de su estado estacionario hasta en el período décimo para retornar al mismo en los períodos siguientes.

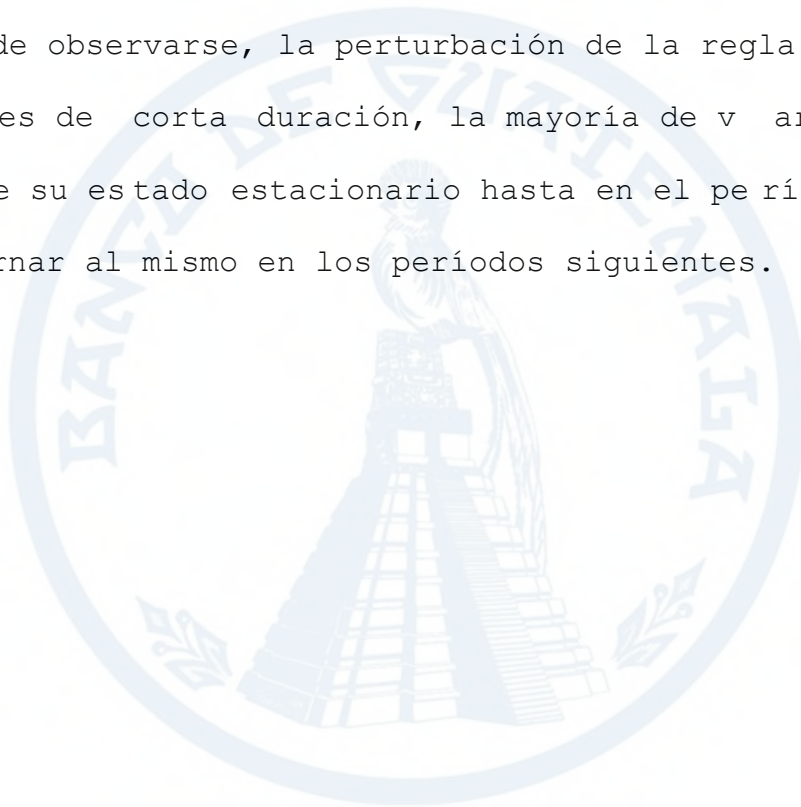


GRÁFICO 10 SHOCK DE POLÍTICA MONETARIA Y SUS EFECTOS (I)

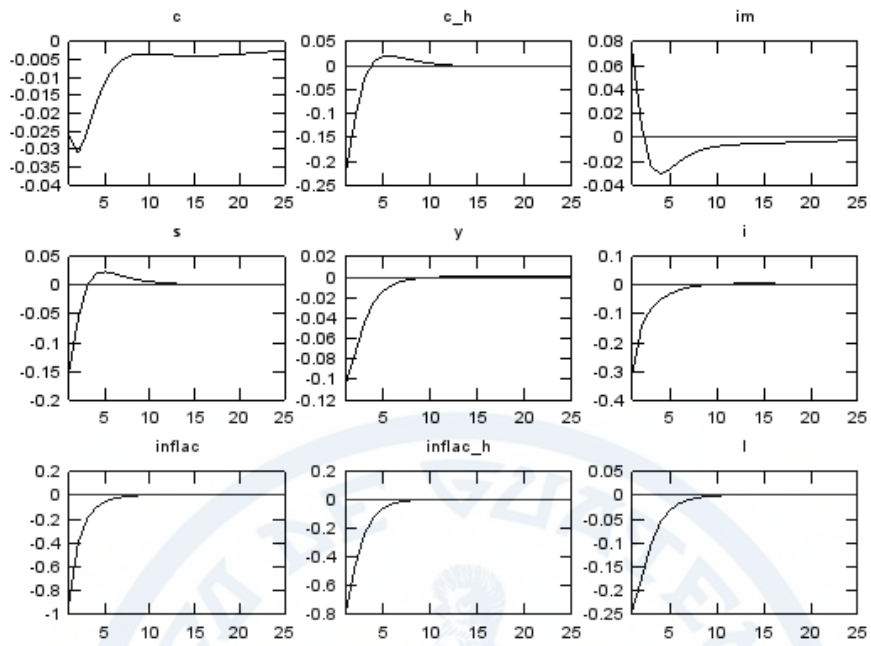
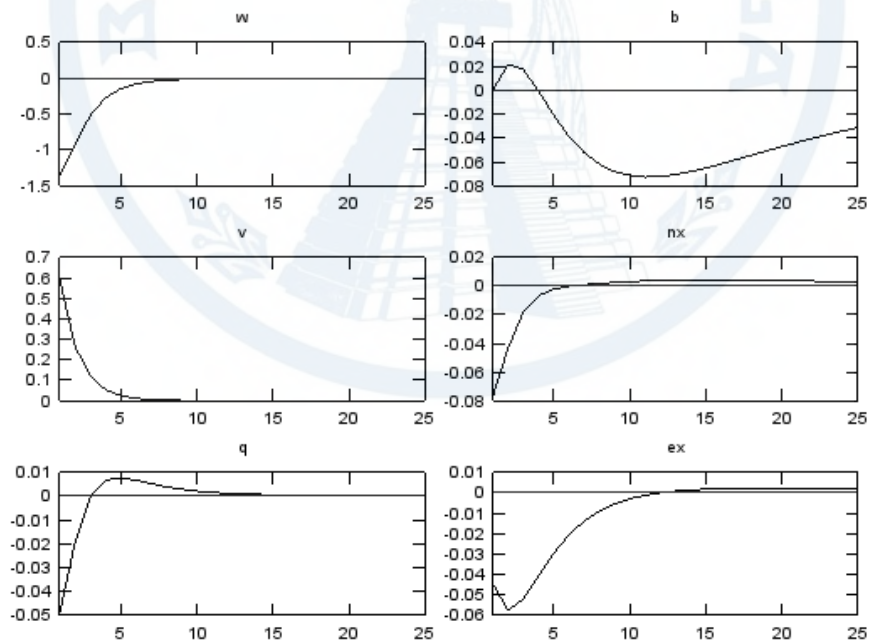


GRÁFICO 11 SHOCK DE POLÍTICA MONETARIA Y SUS EFECTOS (II)



- Perturbación en economía externa

Una mejora en el entorno económico externo, sitúa a la producción agregada nacional por encima de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse e ligeramente por debajo de su estado estacionario en los períodos siguientes.

Dado que la producción agregada interna se expande, lo hacen también las exportaciones y la duración del shock tiene una duración y simetría similar a la del producto interno.

La economía local y la externa, están conectadas por la vía del comercio de bienes y servicios; pero también por los mercados financieros a través de las tasas de interés. La expansión de la economía externa se acompaña de una expansión en la tasa de interés externa, que impacta en la tasa de interés local situándola por encima de su estado estacionario hasta aproximadamente el sexto período para situarse en los períodos siguientes por debajo del estado estacionario.

El aumento en la tasa de interés local, ocasiona que el consumo agregado esté por debajo de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse por encima del mismo en los períodos sucesivos; el mismo patrón de comportamiento se

repite en los otros componentes del consumo agregado: el consumo interno y las importaciones.

GRÁFICO 12 SHOCK EN LA ECONOMÍA DEL RESTO DEL MUNDO (I) Y SUS EFECTOS

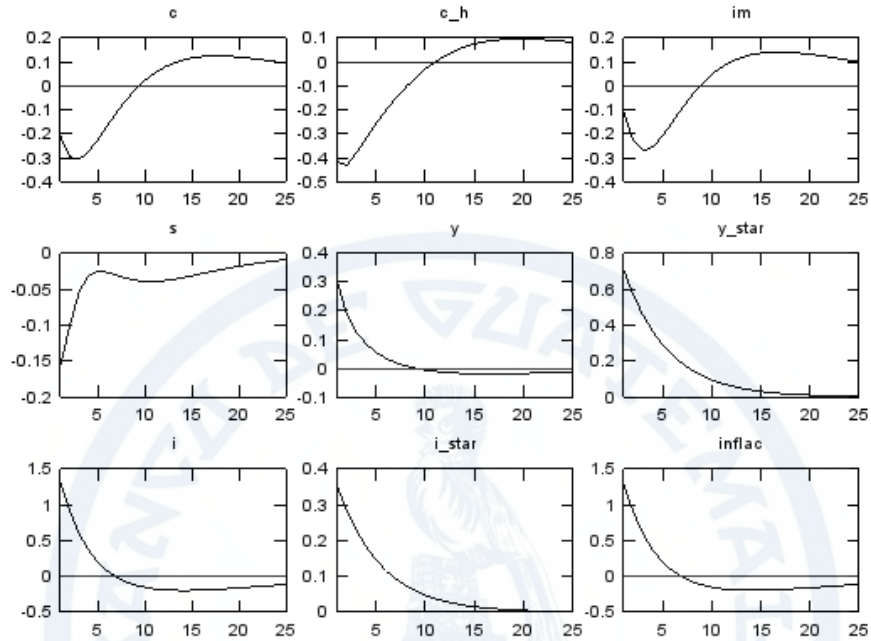
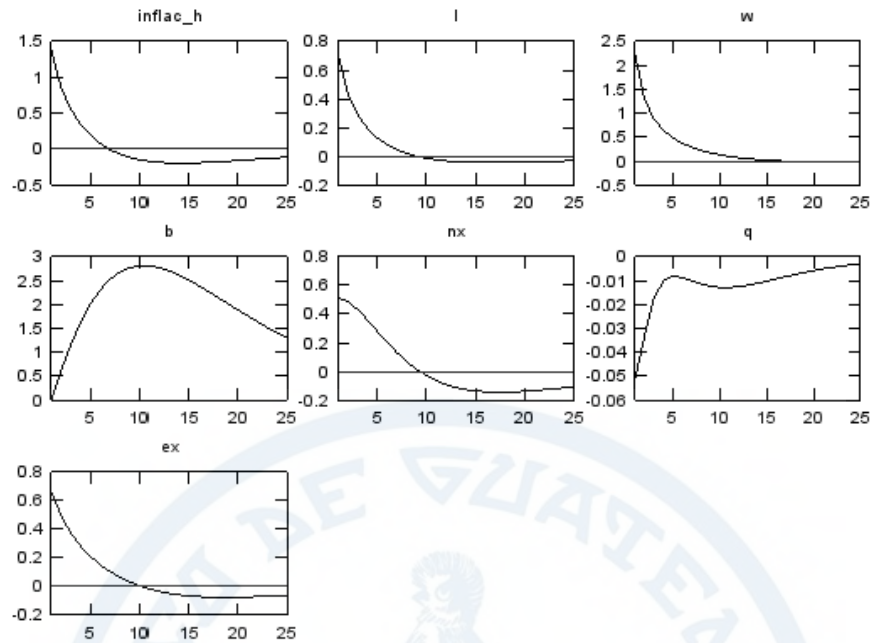


GRÁFICO 13 SHOCK EN LA ECONOMÍA DEL RESTO DEL MUNDO (II) Y SUS EFECTOS



- Perturbación en la inflación externa

Una perturbación de inflación externa, sitúa a la producción agregada nacional por encima de su estado estacionario hasta el décimo período para situarse ligeramente por debajo de su estado estacionario en los períodos siguientes.

Dado que la producción agregada interna se expande, lo hacen también las exportaciones pero con órdenes de magnitud diferentes a los observados con la perturbación de producción externa.

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

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

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

GRÁFICO 14 SHOCK EN LA INFLACIÓN DEL RESTO DEL MUNDO Y SUS EFECTOS (I)

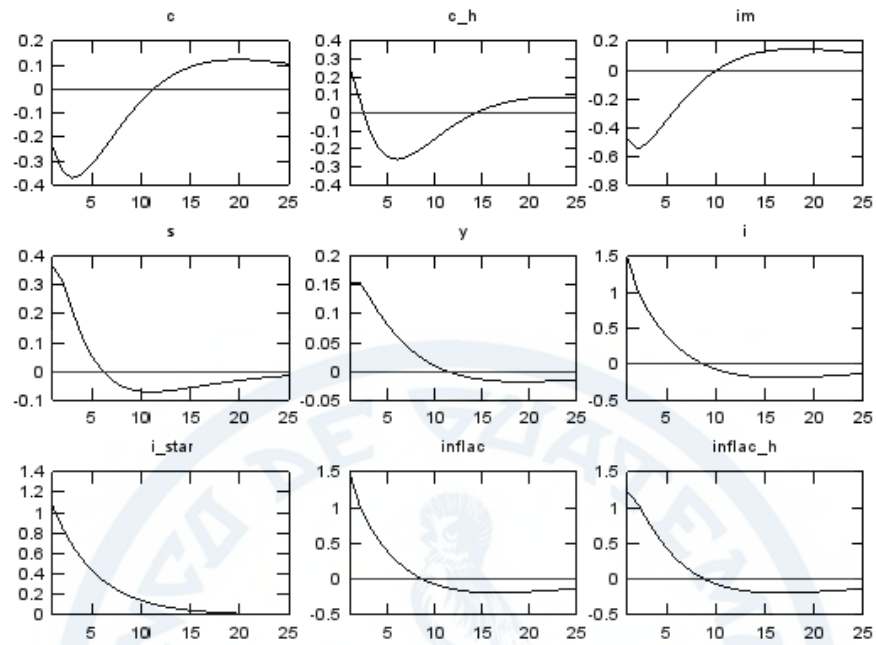
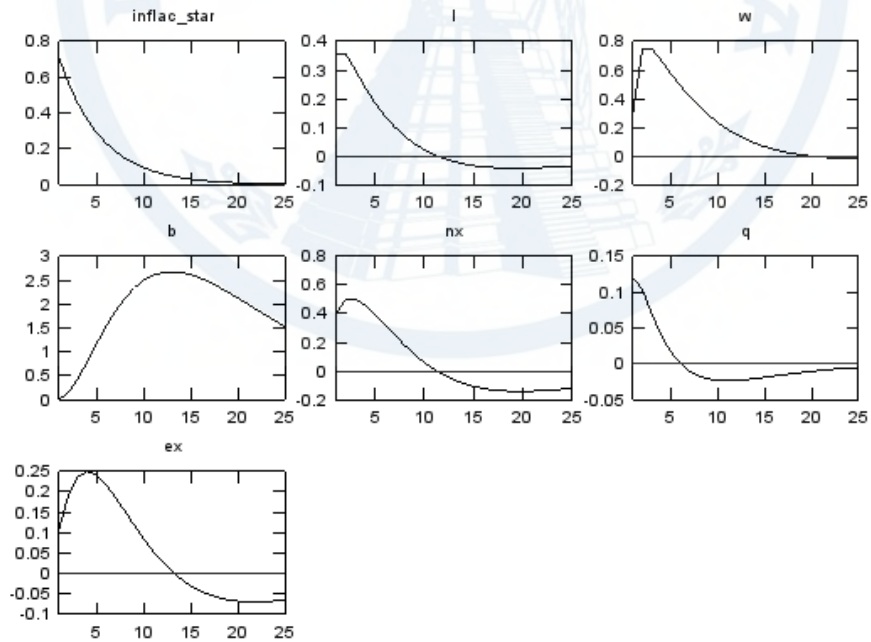


GRÁFICO 15 SHOCK EN LA INFLACIÓN DEL RESTO DEL MUNDO Y SUS EFECTOS (II)



VI. CONCLUSIONES

En este documento, se calibró un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico para la economía nicaragüense ; empleando los siguientes supuestos: economía pequeña y abierta, imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales y formación de hábitos en el consumo.

El modelo se utilizó para analizar la magnitud, simetría, duración y efectos de perturbaciones externas e internas sobre las principales variables de la economía nicaragüense.

Las siguientes perturbaciones son consideradas en el análisis: productividad, demanda, inflación, regla de política, e inflación y producto de la economía externa.

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

Los efectos del aumento en la demanda son: el incremento en el consumo agregado, tanto el componente doméstico como las importaciones; y una disminución del producto y las exportaciones para después colocarse por encima del estado estacionario.

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



ALEKSANDR LYAPUNOV

REFERENCIAS

- Acevedo-Jiménez, I. (2011). Impacto de las reformas tributarias en Nicaragua. En: Sexto Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Altug, S. (1989). Time to build and aggregate fluctuations: some new evidence. *International Economic Review*, 30(4), 889-920.
- Arriaza-Herrera, J.C. (2008). Términos de Intercambio y Tipo de Cambio Real: Un modelo DSGE para la Economía Guatemalteca. En: Segundo Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Brock, W; Mirman, L. (1972). Optimal economic growth and uncertainty: The discounted case. *Journal of Economic Theory*, 4, 479-513.
- Burriel, P; Fernández-Villaverde, J; Rubio-Ramírez, J.F. (2010). *MEDEA: a DSGE model for the Spanish economy*. Springer-Verlag.
- Cáceres, L.R; Flores-Sarria, A.I. (2011). Brecha comercial y estancamiento económico en Centroamérica (1994-2008). Documento sin publicar.

- Calvo, G. (1983). Staggered prices in a utility maximizing framework. *Journal of Monetary Economics* 12, 383-398.
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32, 233-240.
- Castillo-Maldonado, C. (2007). Modelo macroeconómico de pronósticos. En: Primer Foro de Investigadores de Banca Central. SECMCA.
- Chumacero, R; Schmidt -Hebbel, K; Fuentes, R. (2004). Chile's Free Trade Agreements: How Big is the Deal? Documento de Trabajo, 264. Banco Central de Chile.
- Duncan, R. (2005). How Well Does a Monetary Dynamic Equilibrium Model Account for Chilean Data? In *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*. Rómulo Chumacero, Klaus Schmidt -Hebbel Eds. Central Bank of Chile.
- Flores-Sarria, A.I. (2012). Un modelo de crecimiento económico y vulnerabilidad externa para Nicaragua (1970-2011). Documento sin publicar.
- Flores-Sarria, A.I. (2010). Banca Central, Inflación y Crecimiento: El caso de Nicaragua. Tesis de maestría.

Instituto Internacional Albertus Magnus, Managua,
Nicaragua.

- Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*. Princeton University Press.
- Gottfries, N. (2002). *Market Shares, Financial Constraints and Pricing Behaviour in the Export Market*. *Economica*, 69, 583-607.
- Grigoras, V. (2010). *Estimation of an open economy DSGE model for Romania: Do nominal and real frictions matter?* The Bucharest Academy of Economic Studies.
- Ireland, P. (2004). *A method for taking models to the data*. *Journal of Economic Dynamic and Control*, 28, 1205-1226.
- Johansen, S; Juselius, K. (1990). *Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration, with Applications to the Demand for Money*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Koopmans, T. (1965). *On the concept of optimal economic growth*. In *The Econometric Approach to Development Planning*. North-Holland, Amsterdam.
- Kwiatkowski, D; Phillips, P.C.B; Schmidt, P; Shin, Y. (1992). *Testing the null hypothesis of stationarity*

against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.

- Kydland, F; Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50, 1350-1372.
- Litsios, I. (2010). Neoclassical and Keynesian Dynamics for a Small Open Economy: An Empirical Analysis. *Research Journal of International Studies*, 16.
- Mayorga, F. (2008). Nicaragua 2010: El futuro de la economía. Ediciones Albertus, Managua, Nicaragua.
- Mickelsson, G. (2009). Monetary Policy in Closed and Open Economies. Master Thesis, Department of Economics. Uppsala Universitet.
- Ramsey, F. (1927). A contribution to the theory of taxation. *Economic Journal*, 37(145), 47-61.
- Raymsey, F. (1928). A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, 38(152), 543-559.
- Sargent, T. (1989). Two models of measurement and the investment accelerator. *Journal of Political Economy*, 97(2), 251-287.
- Siri, G. (1979). A Minimodel of External Dependence of the Central American Economies. In *Short-Term Macroeconomic Policy in America Latina*, Jere Behrman & James Hanson Eds.

- Stéphane, A; Bastani, H; Juillard, M; Karemé, F ; Mihoubi, F; Perendia, G; Pfeifer, J; Ratto, M; Villemot, S. (2011). Dynare: Reference Manual Version 4. Dynare Working Papers, 1, CEPREMAP.
- Taylor, J.B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 39, 195-214.
- Torres, J.L. (2009). Introducción al Equilibrio General Dinámico Macroeconómico. Departamento de Teoría e Historia Económica. Universidad de Málaga.
- Valdivia, D. (2008). ¿Es importante la fijación de precios para entender la dinámica de la inflación en Bolivia? INESAD, WP 02/2008.

ANEXO I: ESTIMACIÓN DE UNA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PARA NICARAGUA

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

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

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

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

Previo a la estimación, a las variables anteriores se les transforma logarítmicamente y se les aplica el contraste KPSS¹⁶ (1992) a fin de probar la hipótesis nula de estacionariedad en dichas variables; es decir:

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

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

Variable	Valor calculado	Valor crítico	Resultado
LnPIBR	0.706	0.487	Rechazo H_0
LnOCUPADOS	0.698	0.487	Rechazo H_0
Δ LnPIBR	0.066	0.487	No rechazo H_0
Δ LnOCUPADOS	0.154	0.487	No rechazo H_0

$$H_0 : y_t = a + bt + u_t$$

$$H_1 : y_t = c + y_{t-1} + u_t$$

$$u_t \sim NIID(0, \sigma_u^2)$$

Variable	Valor calculado	Valor crítico	Resultado
LnPIBR	0.056	0.150	No rechazo H_0
LnOCUPADOS	0.080	0.150	No rechazo H_0
Δ LnPIBR	0.064	0.150	No rechazo H_0
Δ LnOCUPADOS	0.108	0.150	No rechazo H_0

Las variables han resultado ser no estacionarias en niveles y estacionarias en tendencias¹⁷. Se procede entonces a estimar, mediante el método de Johansen y Juselius, la expresión [15]. Imponiéndose además como restricción, la existencia de un único vector de cointegración y de un valor igual a cero para el término de corrección de error asociado a la ecuación de

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

corto plazo de los ocupados. De acuerdo con los resultados de la estimación:

- No se rechaza la existencia de un vector de cointegración, definido como: $\ln PIBR_t = 8.313 + 0.434 * \ln OCUPADOS_t$
- No se rechaza además la unicidad de dicho vector, por tanto las restricciones impuestas se cumplen.
- Por otro lado, en la ecuación de corto plazo para PIBR, $CointEq1$ es negativo y significativo.
- El coeficiente asociado a la variable $\ln OCUPADOS$ en el vector de cointegración es significativo e igual a 0.434, por tanto $\alpha = 0.566$ que es el parámetro de interés buscado.

Se muestran a continuación los resultados anteriores:

Vector Error Correction Estimates

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

Sample (adjusted): 1998 2011

Included observations: 14 after adjustments

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

Cointegration Restrictions:

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

Convergence achieved after 23 iterations.

Restrictions identify all cointegrating vectors

LR test for binding restrictions (rank = 1):

Chi-square(1)	0.253410
Probability	0.614684

Cointegrating Eq:	CointEq1
-------------------	----------

LOG(PIBR(-1))	1.000000
LOG(OCUPADOS(-1))	-0.433959 (0.15879) [-2.73295]
C	-8.312969

Error Correction:	D(LOG(PIBR))	D(LOG(OCUPADOS))
CointEq1	-0.221543 (0.08419) [-2.63150]	0.000000 (0.00000) [NA]
D(LOG(PIBR(-2)))	-0.342769 (0.26556) [-1.29072]	-0.958728 (1.15516) [-0.82995]
D(LOG(PIBR(-3)))	0.448086 (0.44964) [0.99655]	1.684870 (1.95585) [0.86145]
D(LOG(OCUPADOS(-2)))	-0.295778 (0.18490) [-1.59963]	-0.329421 (0.80430) [-0.40957]
D(LOG(OCUPADOS(-3)))	-0.217855 (0.14545) [-1.49776]	-0.352173 (0.63270) [-0.55662]
C	0.049275 (0.01699) [2.89983]	0.044391 (0.07391) [0.60058]

R-squared	0.528570	0.156135
Adj. R-squared	0.233926	-0.371281
Sum sq. Resids	0.002492	0.047145
S.E. equation	0.017648	0.076767
F-statistic	1.793927	0.296037
Log likelihood	40.57182	19.98996
Akaike AIC	-4.938832	-1.998565
Schwarz SC	-4.664950	-1.724683

Mean dependent	0.034562	0.051244
S.D. dependent	0.020164	0.065556

Determinant resid covariance (dof adj.)	1.72E-06
Determinant resid covariance	5.63E-07
Log likelihood	60.92954
Akaike information criterion	-6.704219
Schwarz criterion	-6.065162



ANEXO II: ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN ASOCIADA
A LA PERTURBACIÓN DE PRODUCTIVIDAD.

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

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

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

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

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

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
const	1.05339	0.61905	1.7016	0.11092	
A_1	0.874677	0.0747525	11.7010	<0.00001	***
Media de la vble. dep.	8.296443	D.T. de la vble. dep.		0.086349	
Suma de cuad. residuos	0.010376	D.T. de la regresión		0.027223	
R-cuadrado	0.907231	R-cuadrado corregido		0.900605	
F(1, 14)	136.9129	Valor p (de F)		1.29e-08	

Log-verosimilitud	36.02411	Criterio de Akaike	-68.04821
Criterio de Schwarz	-66.50303	Crit. de Hannan-Quinn	-67.96909
rho	0.223519	h de Durbin	0.904420

Contraste de especificación RESET -

Hipótesis nula: La especificación es adecuada

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

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

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

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: $LM = 3.71693$

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

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

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

con valor $p = 0.210652$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 1 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste: $LMF = 0.65355$

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

Contraste de ARCH de orden 1 -

Hipótesis nula: no hay efecto ARCH

Estadístico de contraste: $LM = 1.11041$

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

Contraste CUSUM de estabilidad de los parámetros -

Hipótesis nula: no hay cambio en los parámetros

Estadístico de contraste: $\text{Harvey-Collier } t(13) = 0.316629$

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

ANEXO III: CÓDIGO DEL MODELO EN DYNARE.

```
//Modelo de equilibrio general dinámico estocástico par a
Nicaragua

//Definición de las variables endógenas

var c c_h im s y y_star i i_star inflac inflac_h inflac_star
l w b a v nx q ex u z;

//Definición de las variables exógenas

varexo productividad regla_de_politica curva_phillips
economia_mundial curva_is inflac_mundial;

//Definición de los parámetros y sus valores numéricos

parameters beta gamma theta phi alpha lambda o mega epsilon
kappa_y kappa_a delta etha mu etha_star psi phi_pi phi_y
phi_pistar phi_ystar

rhoa rhoz rhou rhov rhoy_star rho_pi_star;

//Valores numéricos de los parámetros

beta = 0.99;

gamma = 0.87;

theta = 6.11;

phi = 5;
```

alpha = 0.566;

lambda = 0.21;

omega = 0.28;

epsilon = 6;

kappa_y = 2.70;

kappa_a = 2.91;

delta = 0.67;

etha = 2;

mu = 0.1;

etha_star = 3;

psi = 0.01;

phi_pi = 1.01;

phi_y = 0.04;

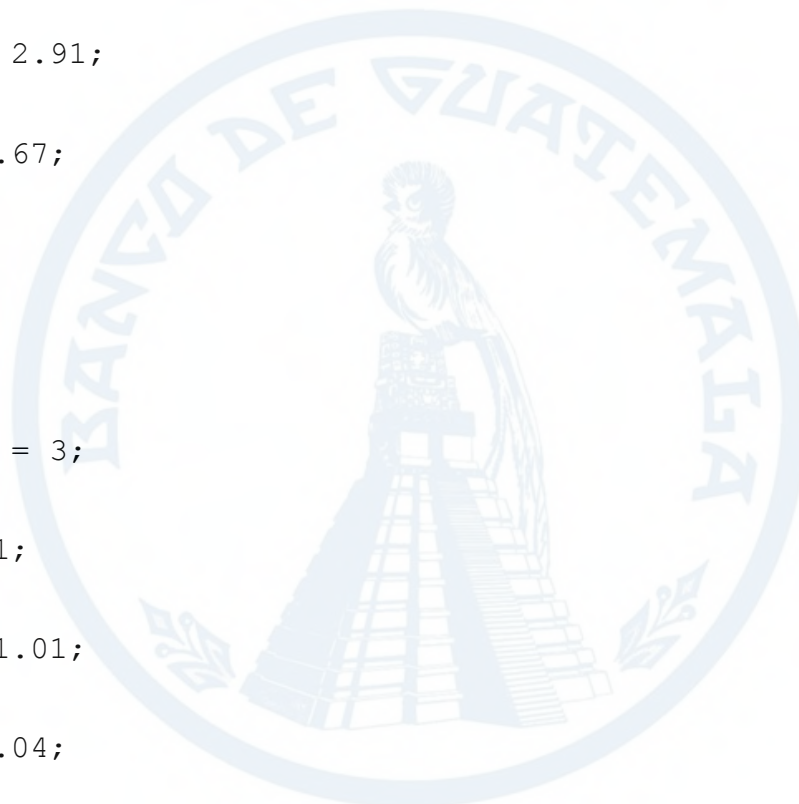
phi_pistar = 1.5;

phi_ystar = 0.5;

rhoa = 0.875;

rhoz = 0.8;

rhou = 0.8;



```

rhov = 0.45;

rhoy_star = 0.8;

rho_pi_star = 0.8;

//Definición de las ecuaciones del modelo

model(linear);

ex = y_star + (mu * etha_star * s) + (1 - mu) * ((ex(-1) -
y_star(-1)));

q = (1 - delta) * s;

inflac = inflac_h + delta * (s - s(-1));

c = (1 - delta) * c_h + delta * im;

c_h = (etha * delta * s) + c;

y = ((1 - delta) * etha + mu * etha_star) * delta * s + (1 -
delta) * c + delta * y_star + (delta * (1 - mu) * (ex(-1) - y_star(-1)));

i = phi_pi * inflac + phi_y * y + v;

i = i_star - psi * b + (s(+1) - s) + inflac(+1) -
inflac_star(+1);

w = phi * l - gamma * (theta - 1) * c(-1) + theta * c;

-(gamma * (theta - 1) + theta) * c + z = -(gamma * (theta -
1)) * c(-1) - theta * c(+1) + i - inflac(+1);

```

```

inflac_h = beta * inflac_h (+1) + kappa_y * y - kappa_a * a -
(lambda * gamma * (theta - 1))*c(-1) + lambda * theta * c +
lambda * delta * s + u;

(1 - alpha) * l = y - a;

inflac_star = rhopi_star * inflac_star(-1) + inflac_mundial;

i_star = phi_pistar * inflac_star + phi_ystar * y_star;

b = (1 + i(-2) - inflac(-1)) * b(-1) + y(-1) - c(-1) -
(delta*s(-1));

nx = delta * (ex - im);

v = rhov * v(-1) + regla_de_politica;

a = rhoa * a(-1) + productividad;

z = rhoz * z(-1) + curva_is;

y_star = rhoy_star * y_star(-1) + economia_mundial;

u = rhou * u(-1) + curva_phillips;

end;

//Definición de los valores iniciales

initval;

y = 0;

```

```
inflac = 0;

end;

//Cálculo del estado estacionario

steady;

//Comprobación de cumplimiento de las condiciones de
Blanchard-Kahn

check;

//Se definen los shocks

shocks;

var curva_is = 0.5;

var regla_de_politica = 0.35;

var productividad = 0.027;

var curva_phillips = 0.5;

var economia_mundial = 0.5;

var inflac_mundial = 0.5;

end;

//Desarrollo de las simulaciones estocásticas

stoch_simul(periods=500,irf=25);
```