CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS

# UN MODELO DINÁMICO ESTOCÁSTICO DE EQUILIBRIO GENERAL PARA EL CASO DE MÉXICO

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN ECONOMÍA**

PRESENTA

**ADÁN ENRIQUE GARCÍA RAMOS**

DIRECTOR DE LA TESINA

**DR. KOLVER HERNÁNDEZ ARREORTÚA**

MÉXICO, D.F. JUNIO 2009

A mis padres,

Gracias por su apoyo, su esfuerzo y su cariño.

Han sido mi guía, mi ejemplo y mi motivación.

Ustedes son mi alpha y mi omega.

A ti Jorge,

Quien fuiste y eres artífice directo de lo que hoy soy.

A los tres, los quiero mucho.

**Agradecimientos**

A mis padres, por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su ejemplo de superación incansable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de este proyecto. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida por mí; a quienes nunca podré pagarles todo. GRACIAS.

A Jorge, mi hermano, por haber sido mi protector y mi ejemplo. Gracias por tomar una responsabilidad hacia mí cuando no era tu momento. Por que sé que no soy fácil de llevar y a pesar de todo siempre me has querido. Por siempre haberme exigido a tu par. Por todo tu cariño. Te agradezco.

A Kólver Hernández, por renovar mí inquietud por la macroeconomía. Por tu dedicación, paciencia y consejos para el desarrollo y culminación de este trabajo, te agradezco infinitamente.

A Arturo Antón, por tu tiempo dedicado a la revisión exhaustiva del documento y por tus comentarios objetivos que ayudaron a mejorar substancialmente este documento.

A Nancy Hernández, por tu amistad, compañía y apoyo. Por los momentos de presión y alegría. Por tus valiosos comentarios durante el proceso de desarrollo este trabajo.

Listado de Tablas Página

Tabla 2.1 Momentos y Autocorrelaciones para México. 11

Tabla 4.1 Simulaciones para la Calibración. 24

Tabla 4.2 Rigideces de Precios: Precios a la Calvo. 25

Tabla 4.3 Tasa de Interés Internacional. 26

Tabla 4.4 Calibración Final. 27

Anexo A

Tabla 1. Economías Emergentes vs Desarrolladas 33

Tabla 2. Sistema de ecuaciones log-linealizadas 34

Tabla 3. Calibración de parámetros 35

Tabla 4.Parámetros Implícitos 36

Tabla 5. Calibración de las desviaciones estándar de los choques 36

Gráfica 1. Componente Cíclico del PIB en México 12

Gráfica 2. Componente Cíclico del PIB y del Consumo en México 13

Gráficas Impulso-Respuesta 37

# INDICE

1. Introducción..……..6

2. Análisis Estadístico …… 10

3. Descripción y Especificación del Modelo……..……13

4. Calibración……22

5. Resultados…….27

6. Conclusiones…….29

Bibliografía……...……...30

Anexo A…….....33

Anexo B……..37

## 1. Introducción

El objetivo del presente documento es desarrollar un modelo Dinámico Estocástico de Equilibrio General (DSGE) que capture las regularidades empíricas de la producción, el consumo, la inversión, la inflación y el tipo de cambio en México; existe especial interés en que el modelo replique una volatilidad relativa del consumo sobre el producto mayor a uno, la cual es característica de economías pequeñas y abiertas emergentes. Aguiar y Gopinath (2007) encuentran que en economías pequeñas y abiertas emergentes la volatilidad del consumo es mayor a la volatilidad del producto. Sin embargo, hasta el momento no existe certeza sobre los elementos que determinan la relación empírica entre la volatilidad del consumo y la del producto en economías emergentes. Los modelos DSGE se derivan a partir del trabajo seminal de Kydland y Prescott (1982) en el cual se desarrolló un modelo micro-fundado de ciclos de negocios reales (RBC), que se basaba en la idea de que las variables reales fluctuaban sólo por choques de productividad. No obstante, este enfoque era limitado para replicar algunas dinámicas de las economías pues estos modelos no incluían rigideces presentes en la realidad. Investigaciones posteriores llevaron al desarrollo de los modelos denominados Neo-Keynesianos los cuales permitían la presencia de rigideces nominales en el modelo. Ejemplos de las rigideces que permite el modelo Neo-Keynesiano es el trabajo de Calvo (1983) y Taylor (1980).

Durante los últimos años ha habido un gran interés por parte de académicos y creadores de política económica por especificar y desarrollar modelos DSGE. Este interés se origina en la capacidad de los modelos DSGE para salvar la problemática que imponía la Crítica de Lucas a los modelos macroeconómicos. La Crítica de Lucas, de forma sintética, argumentaba que era infructuoso tratar de predecir cambios en la política económica con

base en las relaciones históricas observadas en los datos. Los resultados que se derivaban de modelos que estimaban sistemas de ecuaciones llevaban a conclusiones potencialmente equívocas, debido a que los parámetros no son invariantes ante cambios de política. Los modelos DSGE son una herramienta con un gran potencial en la capacidad para explicar las dinámicas de las economías ante cambios de política económica pues permite el contraste de los resultados de una forma clara y medible. En síntesis, los modelos DSGE han generado una conexión entre una base fuertemente fundamentada en los principios microeconómicos y las características fundamentales de la macroeconomía.

Un área de interés en el desarrollo de modelos DSGE es la especificación para economías pequeñas y abiertas. Las economías pequeñas y abiertas son definidas por su inhabilidad para alterar los precios internacionales, incluyendo la tasa de interés internacional. Las regularidades empíricas de las economías pequeñas y abiertas son distintas de acuerdo al nivel de desarrollo de la misma. Las economías desarrolladas se caracterizan por ser países con altos niveles de ingreso per-capita, tales como Bélgica, Nueva Zelanda y Canadá. Las economías emergentes se componen de economías de ingreso per-capita medio, tales como Argentina, Malasia y México. De acuerdo a Aguiar y Gopinath (2007), las diferencias en las regularidades empíricas entre economías desarrolladas y emergentes son:

- La volatilidad del producto es mayor en economías emergentes; ésta tiende a ser el doble de volátil que en economías desarrolladas.
- El consumo es mucho más volátil que la producción en las frecuencias del ciclo económico en economías emergentes, mientras que para economías desarrolladas ocurre lo contrario.

Por otro lado, existen similitudes entre las economías pequeñas y abiertas desarrolladas y emergentes. Por ejemplo, el consumo, la inversión y la productividad son procíclicas en ambos tipos de economías. Estas características se pueden resumir en la tabla 1 del Anexo A.

Para modelar estas características, diversos autores modificaron el modelo estándar. Greenwood, Hercowitz y Huffman (1988) propusieron una función de utilidad, denominada GHH, la cual disminuye la elasticidad inter-temporal de sustitución lo que logra capturar la prociclicidad de la oferta de trabajo presente en economías emergentes. Aguiar y Gopinath (2007) mejoraron el modelo de economías pequeñas y abiertas al permitir un componente estocástico en la tendencia del producto. Aguiar y Gopinath (2007) consideran que, bajo un mismo modelo, la composición de los choques determina las diferencias en el ciclo de negocios y concluyen que en economías emergentes predominan los choques permanentes sobre los transitorios, mientras que lo contrario sucede en las economías desarrolladas. Arellano y Mendoza (2002) elaboraron un instrumento con el cual se logra capturar el fenómeno de paro repentino de capitales. Mendoza (1991) desarrolla un modelo para capturar las características del ciclo de negocio de Canadá en el periodo de la postguerra. El autor concluye que el modelo es consistente con la correlación positiva observada entre el ahorro y la inversión, así como con las fluctuaciones contracíclicas del comercio exterior.

Neumeyer y Perri (2005) diseñaron un modelo para Argentina donde la tasa de interés real se descompone en una tasa internacional y un componente que captura el riesgo país. Los autores encontraron que eliminar el riesgo país reduce la volatilidad del producto en un 27% mientras que la tasa internacional la reduce en menos del 3%.

Un estudio para México que intenta explicar alguna dinámica de la economía mexicana es Anton (2008) quien utilizó la contabilidad de ciclos para identificar las "brechas" que explican las fluctuaciones del producto. Considera las brechas de eficiencia, trabajo, inversión y gasto de gobierno como posibles fuentes de explicación. El autor concluye que las brechas de eficiencia y trabajo pueden ser las que expliquen las fluctuaciones del producto. Por otro lado, Leblebiciouglu (2008) desarrolla un modelo de dos sectores con restricciones crediticias y ofrece una explicación a la regularidad de una volatilidad relativa del consumo mayor a uno a través del grado de integración financiera del país y su efecto en los términos de intercambio. La autora comenta que la integración financiera y las imperfecciones de crédito en el mercado de bienes no comerciables alteran las predicciones comunes del suavizamiento del consumo. En autarquía, estas restricciones provocan que los individuos sólo puedan protegerse de choques de productividad ajustando su oferta de trabajo, lo que tiene como consecuencia un cambio en los términos de intercambio, que tiene como consecuencia que el consumo sea menos volátil. Por otro lado, bajo una situación de integración financiera, los activos internacionales son el seguro de los individuos ante los choques de productividad sin afectar los precios relativos.

El ejercicio teórico de este trabajo muestra que dadas las fricciones en la economía, la volatilidad del consumo agregado es mayor a la volatilidad del producto cuando existe un choque a la proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables. Éste choque afecta la relación entre la razón del consumo de bienes no comerciables y comerciables y el tipo de cambio. Esto nos lleva a la idea de que la razón de mayor volatilidad en el consumo de las economías emergentes se origina de la mayor susceptibilidad de estas economías a cambios en el entorno externo. Es importante destacar que este choque a la proporción de

consumo de bienes comerciables y no comerciables es una innovación en la literatura de economías pequeñas y abiertas emergentes.

El resto del documento se divide de la forma siguiente. En la sección 2 se realiza un análisis estadístico de los datos de México para el periodo 1995-2007. En la sección 3 se hace una descripción de los elementos que se incluyen en el modelo para generar una buena aproximación de la dinámica de la economía mexicana y se muestra la especificación del modelo. La sección 4 trata sobre la calibración del modelo. La sección 5 aborda los resultados. En la sección 6 se presentan las conclusiones.

## 2. Análisis Estadístico

Cuadra (2008) analiza la economía mexicana para el periodo 1980-2006 y extrae las regularidades empíricas de los datos. En dicho estudio se dividió el periodo en dos sub-periodos, 1980-1998 y 1999-2006. El componente cíclico se calculó con el Filtro de Hodrick-Prescott (HP) y con el filtro Baxter-King. Algunos de sus principales resultados son:

- El consumo privado de bienes no duraderos y servicios ha sido igual de volátil que el PIB. No obstante, durante el periodo 1999-2006 registró una volatilidad menor que la del producto.
- El consumo público es procíclico y su correlación positiva con el producto se ha mantenido a lo largo del tiempo.
- La formación bruta de capital es fuertemente procíclica y más volátil que la producción de bienes y servicios.
- La tasa de inflación ha mostrado un patrón contracíclico

- Depreciaciones tanto en el tipo de cambio nominal como en el tipo de cambio real han estado asociadas con periodos recesivos. No obstante, la contraciclicidad del tipo de cambio ha disminuido con el tiempo[1].

En contraste con Cuadra (2008), este estudio toma las series trimestrales del producto, consumo, inflación y la inversión para el periodo 1995-2007. Las series se representan por los datos del PIB, el consumo privado, el cambio porcentual del índice de precios al consumidor y la formación bruta de capital, respectivamente. Todas las series se obtuvieron del Banco de Información Económica (BIE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y se utilizó el filtro HP para calcular el componente cíclico de todas las series. Los segundos momentos y la primera autocorrelación de algunas variables se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Momentos y Autocorrelaciones para México

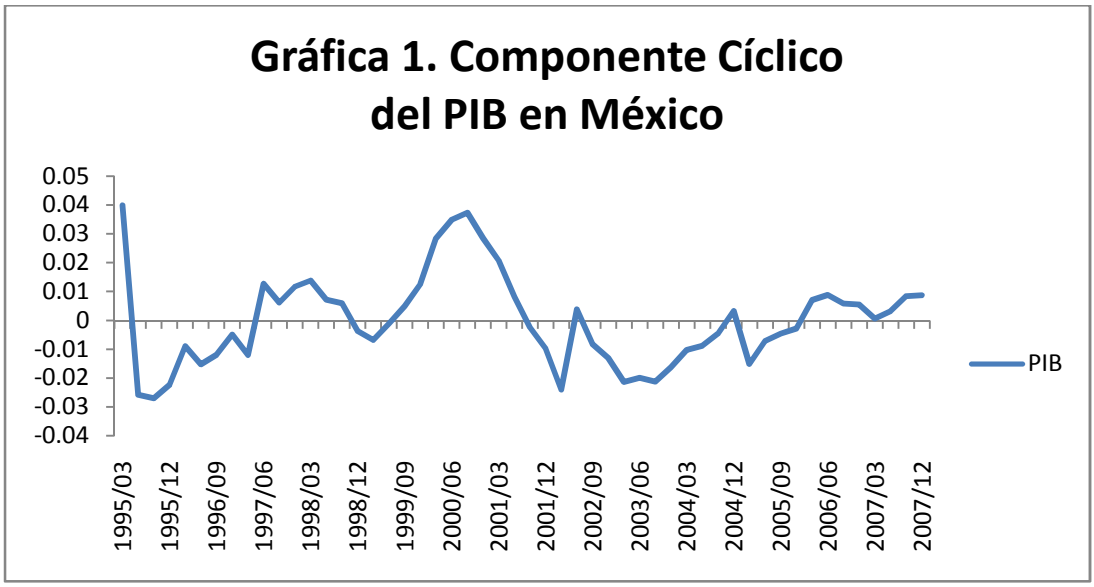
| | Volatilidad | σ(x)/σ(PIB) | Autocorrelación t-1 |
|---|---|---|---|
| PIB | 1.5999 | 1 | 0.61 |
| Consumo | 1.7895 | 1.1185 | 0.503 |
| Inversión | 5.0198 | 3.1376 | 0.707 |
| Tipo de Cambio | 0.7154 | 0.4472 | 0.276 |
| Inflación | 1.3062 | 0.8164 | 0.253 |

Los resultados estadísticos muestran que el producto es más volátil que los resultados obtenidos por Cuadra (2008). Lo anterior se debe a que, tal y como se puede apreciar en la Gráfica 1, entre 1995 y 2001 el producto era más volátil que el resto del periodo. El origen de este comportamiento proviene de dos eventos. El primero es la crisis de 1995 y su relativamente rápida recuperación, pues hacia 1997 la economía ya había

[1]Los resultados para el periodo 1999-2006 se pueden revisar en la tabla A3 de Cuadra (2008).

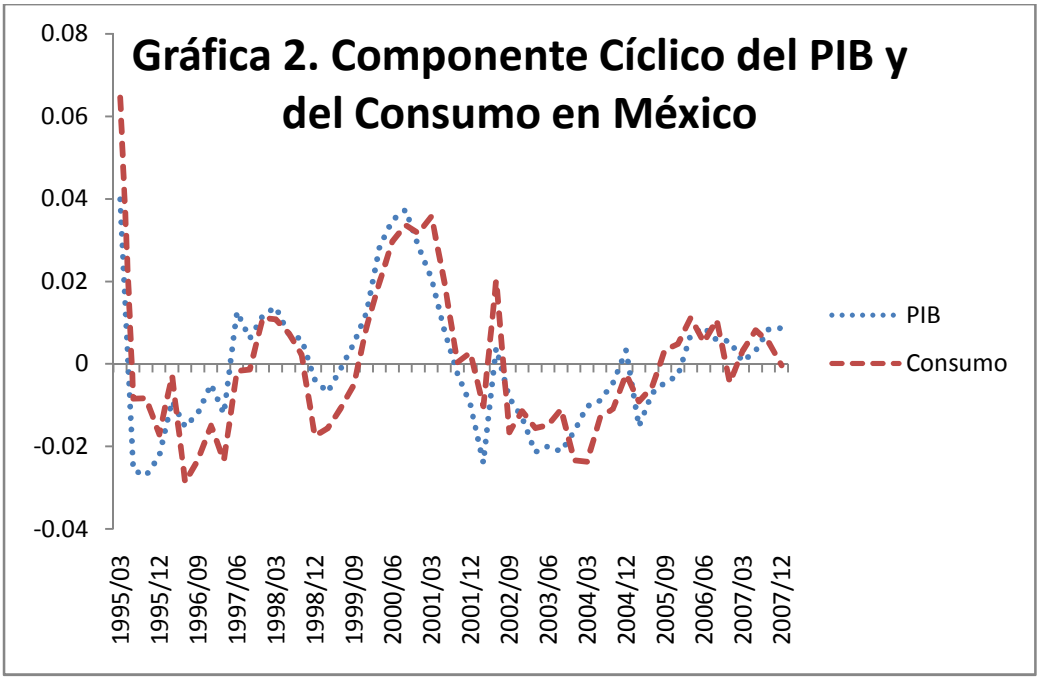
alcanzado los niveles previos a la crisis. Segundo, en 2001, la crisis financiera en Estados Unidos de América en el sector tecnológico *dot-com* representa una nueva caída en el nivel de actividad de la economía mexicana.

Por otro lado, el consumo privado representa, en promedio y como proporción del PIB, el 70.4 por ciento, lo que coloca a este rubro como el componente más importante de la demanda agregada, además de ser muy estable durante el periodo de estudio.




Además, si se analiza el comportamiento cíclico del consumo podemos observar que el consumo es más volátil que el producto. La volatilidad del producto es de 1.5999 mientras que la del consumo es 1.7895, lo que concuerda con la evidencia presentada por Cuadra (2008) y las regularidades empíricas de Aguiar y Gopinath (2007).

La gráfica 2 muestra el comportamiento cíclico de ambas series. Se puede apreciar que el consumo es procíclico y contemporáneo a la dinámica del producto.




3. Descripción y Especificación del Modelo.

Se dice que un modelo es apropiado si éste replica los datos razonablemente bien. Para cumplir con el objetivo de este documento, es necesario que el modelo sea capaz de replicar las características y realidades empíricas de la economía mexicana. Para lograrlo, es necesario diseñar el modelo teórico con herramientas acreditadas de forma extensa en la literatura de economías pequeñas y abiertas.

En el modelo se utiliza una función de utilidad GHH, la cual tiene como principal propiedad que la tasa marginal de sustitución entre consumo y trabajo es independiente del nivel de consumo, es decir, que la decisión de la cantidad de trabajo que elige el consumidor es definida únicamente por el salario. Esto tiene dos implicaciones que son de interés para este trabajo. Primero, a diferencia de las funciones de utilidad Cobb-Douglas, las funciones GHH provocan que el trabajo se vuelva procíclico y más volátil, es decir, que la oferta de horas de trabajo responda de manera positiva y en mayor magnitud ante

choques de productividad. Segundo, la volatilidad relativa del consumo es mayor. Ambos resultados son deseables para describir la dinámica de la economía mexicana.

El modelo también incluye formación de hábito en el consumo. La idea básica es que el consumo del periodo t está en función del consumo de un periodo anterior. Esta relación provoca que un incremento en el consumo actual disminuya la utilidad marginal del consumo actual e incremente la utilidad marginal del consumo futuro. Es decir, mientras más consuma el individuo el día de hoy, más hambriento amanecerá mañana. Este concepto es de interés particular pues es a través de la calibración del parámetro de persistencia en el hábito que el modelo podrá ajustar las autocorrelaciones del consumo obtenidas de los datos.

Para darle una mayor generalidad al modelo y que éste cumpla con su objetivo de servir de marco de referencia en la investigación de la economía mexicana, se incluye una función de producción CES o de elasticidad constante de sustitución que está en función de capital y de trabajo. La función CES le brinda al modelo la flexibilidad de elegir el tipo de relación entre los factores de producción, pues puede convertirse en una función tipo Cobb-Douglas, sustitutos perfectos o de complementos perfectos. Además, la función CES también permite la elección del tipo de rendimientos a escala que más le convenga al investigador.

Calvo (1983) desarrolla un mecanismo de rigideces de precios que elimina la neutralidad del dinero, lo que permite que la política monetaria tenga efectos reales. Los precios a la Calvo han sido ampliamente utilizados en la literatura debido a que las rigideces son introducidas de una forma manejable. Los precios a la Calvo predice que la inflación del periodo t responde solamente a la inflación esperada del próximo periodo y del costo marginal real del periodo t. A este resultado se le denomina la Curva de Phillips

Neo-Keynesiana propuesto por Gali y Gertler (2000). La idea de Calvo es una generalización del modelo de Taylor (1980) el cual establecía rigideces en los salarios. La idea básica era que los salarios se fijaban a través de contratos por lo que los salarios exclusivamente se ajustaban hasta el vencimiento del acuerdo. Taylor consideraba que únicamente una parte de los contratos se renegociaban en cada periodo. Calvo tomó esta idea y asumió que sólo una proporción de los productores cambian su precio, pero la modificación en el precio no se realiza en cada periodo sino que se hace cuando la empresa recibe una señal aleatoria con probabilidad $(1-\alpha)$.

El modelo de este trabajo introduce además otras rigideces en el sistema, tales como el capital de trabajo y los costos cuadráticos de ajuste de capital, con el fin de mejorar el ajuste del modelo con los datos. Por ejemplo, Neumeyer y Perri (2005) incluyen el capital de trabajo y encuentran que los choques en tasa de interés afectan directamente a la demanda de trabajo y en consecuencia a la producción, lo que resulta en un aumento de la volatilidad en la producción y en el trabajo. Además, crea una rigidez en el mercado de insumos pues ahora la elección no sólo depende de los precios óptimos sino también de la dinámica de la tasa de interés doméstica. Como resultado de lo anterior, la política monetaria tiene un mayor impacto en el comportamiento de la economía, especialmente en las decisiones del productor. La especificación de los costos cuadráticos de ajuste de capital utilizados en Schmitt-Grohe y Uribe (2008) son utilizados en el modelo para obtener una mejor dinámica de la inversión.

La curva de Phillips es uno de los resultados más importantes de los modelos DSGE pues describe el comportamiento de la inflación. Una curva de Phillips tradicional establece que la inflación en el periodo actual está relacionada con la inflación esperada en el periodo siguiente y con el costo marginal real de producción. En este documento utilizaremos una

curva de Phillips como la de Galí y Gertler (2000), donde se incluye la inflación rezagada en un periodo. Se espera que el parámetro que acompaña a la inflación en t-1 sea útil para mejorar las autocorrelaciones de inflación del modelo.

También se incluyen 6 choques a la economía: 4 tradicionales que son el choque tecnológico, choque de inversión, choque monetario y un choque de tasa de interés internacional. Además se incluyen dos choques especiales: el choque de precios y un choque a la proporción del ingreso destinado al consumo de los dos bienes de la economía. El choque de precios es un término tomado de Smets y Wouters (2006), Smets y Wouters (2002), así como Ireland (2002) quienes utilizan un choque de precios que puede ser interpretado como un choque al poder monopólico de las empresas. El choque a la proporción de ingreso destinado al consumo de ambos bienes, intentará capturar el efecto del tipo de cambio en el consumo.

Esto concluye con la descripción de algunos elementos importantes del modelo y se da paso a la especificación del modelo.

## EL CONSUMIDOR

El consumidor representativo tiene una función de utilidad que depende del ocio y de una canasta de bienes compuesta por un bien comerciable ($C_t^T$) y un bien no comerciable ($C_t^N$). El bien no comerciable es heterogéneo, por lo que existe una variedad $C_t^N(z)$, donde $z \in [0,1]$ corresponde al índice otorgado a la empresa productora del bien. Por otro lado, el bien comerciable es homogéneo. La función de utilidad en el periodo t del consumidor es

$$U(x_t, \eta_t) = \frac{(\ln x_t - \frac{\varphi}{n}\eta_t{}^n)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \qquad (1)$$

donde $x_t \equiv C_t - \rho C_{t-1}$ es la especificación de la formación de hábito en el consumo. El parámetro $\rho \epsilon (0,1)$ denota el grado de persistencia e introduce la no separabilidad de las preferencias a través del tiempo. $\eta_t$ es el trabajo ofrecido, donde el tiempo disponible en t se ha normalizado a uno.

Además, la canasta de bienes compuesta es definida por:

$$C_t = (C_t^T)^{\nu_t}(C_t^N)^{1-\nu_t} \qquad (2)$$

donde $\nu_t$ es un choque a la proporción de ingreso destinado al consumo de ambos bienes, que intentará capturar el efecto del tipo de cambio en el consumo. Este choque es estocástico y estacionario tal que:

$$\nu_t = (\nu_{t-1})^{\rho_\nu}\epsilon_{\nu_t} \qquad (3)$$

Con $\rho_\nu \epsilon (0,1)\ y\ \ln(\epsilon_{\nu_t}) \sim N(0,1)$.

La ecuación (2) se motiva a partir de las condiciones de primer orden del bien comerciable y no comerciable. La combinación de estas condiciones nos lleva a la expresión siguiente:

$$\frac{\upsilon_t}{1-\upsilon_t}\frac{C_t^N}{C_t^T} = e_t \qquad (*)$$

Lo que muestra una relación entre el choque, el consumo de ambos bienes y el tipo de cambio.

La canasta de consumo $C_t^N$ contiene un continuo de bienes indexados por z ∈ [0, 1]. En particular, $C_t^N$ es agregado a la Dixit-Stiglitz:

$$C_t^N \equiv \left[\int_0^1 [\,c_t(z)]^{(\theta-1)/\theta} dz\right]^{\theta_t/(\theta_t-1)} \qquad (4)$$

Smets y Wouters (2002), así como Ireland (2002), comentan que $\theta_t$ mide la elasticidad de demanda de cada uno de los bienes, por lo que aparece como un choque de precios. Otra interpretación es que $\theta_t$ es un choque al poder monopólico de las empresas. $\theta_t$ cumple con ser un choque estocástico y estacionario tal que:

$$\theta_t = (\theta_{t-1})^{\rho_\theta} \epsilon_{\theta_t} \qquad (5)$$

Con $\rho_\theta \, \epsilon(0,1) \; y \; \ln(\epsilon_{\theta_t}) \sim N(0,1)$.

El consumidor obtiene ingresos por concepto de trabajo el cual es remunerado con un sueldo en términos reales $\omega_t$. El consumidor es el dueño del capital, por lo que recibe un pago por la renta de capital $z_t$, mantiene bonos $b_t$ denominados en términos de unidades del bien comerciable que pagan una tasa de interés $r_t$, recibe $\Delta_t$ que son transferencias de monto fijo iguales a los beneficios reales agregados de las empresas, recibe $\varsigma_t$ por concepto de pago de capital de trabajo en términos reales, percibe $Y^T$ que es una dotación exógena del bien comerciable, y se le otorga $\Omega_t$ que es una transferencia de la misma cuantía de lo recaudado por los costos cuadráticos de ajuste de capital. El consumidor utiliza sus recursos en el consumo del bien comerciable $C_t^T$, en el consumo del bien no comerciable $C_t^N$, donde su precio en términos del bien comerciable es $p_t(z)$, y decide hacer inversión en dos tipos de activos, bonos e inversión en capital denominada $I_t$. La restricción presupuestal en términos reales del consumidor es:

$$\frac{\omega_t \eta_t}{e_t} + \frac{z_t k_t}{e_t} + b_{t-1}(1 + r_{t-1}) + \frac{\Delta_t}{e_t} + Y^T + \Omega_t + \varsigma_t = C_t^T + \frac{C_t^N}{e_t} + b_t + \frac{I_t}{e_t} \qquad (6)$$

donde, $e_t$ es el tipo de cambio real.

La minimización de costos implica que la demanda por el bien z es

$$c_t^N(z) = \left[\frac{p_t(z)}{P_t}\right]^{-\theta_t} C_t^N \qquad (7)$$

donde

$$P_t^N \equiv \left[\int_0^1 [\,p_t^N(z)]^{(1-\theta_t)} dz\right]^{1/(1-\theta_t)} \qquad (8)$$

es el índice de precios. Es fácil mostrar que

$$P_t^N C_t^N = \int_0^1 p_t^N(z) c_t(z)\, dz$$

El consumidor decide qué parte de su ingreso se destinará a la formación de capital para su uso en la producción futura. El capital tiene la dinámica:

$$k_t = (1-\delta)k_{t-1} \;+\; I_t \left[1 - \frac{\zeta}{2}\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1\right)^2\right] \varepsilon_{I,t} \qquad (9)$$

donde $\frac{\zeta}{2}\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1\right)^2$ representa los costos de ajuste de capital cuadráticos los cuales son incluidos para generar una mejor modelación del la inversión. $\varepsilon_{I,t}$ es un choque de inversión estocástico y estacionario tal que:

$$\varepsilon_{I,t} = \left(\varepsilon_{I,t-1}\right)^{\rho_{\varepsilon_I}} \epsilon_{\varepsilon_{I,t}} \qquad (10)$$

Con $\rho_{\varepsilon_I}\, \epsilon(0,1)\; y\; \ln\left(\epsilon_{\varepsilon_{I,t}}\right) \sim N(0,1)$.

.El problema del consumidor es escoger $C_t^T, C_t^N, \eta_t, b_t, k_t, I_t, \lambda_{1,t}, \lambda_{2,t}$ para maximizar

$$\mathbb{E}_t \;\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U(X_{t+i}, \eta_{t+i})$$

Sujeto a la restricción presupuestal (6) y a la dinámica de capital (9) donde β es el factor de descuento subjetivo.

**LA EMPRESA**

Existe un continuo de empresas que cambian su precio cuando reciben una señal aleatoria. Es decir, tienen un sistema de precios a la Calvo (1983). El productor del bien no comerciable z usa la tecnología:

$$y_t^N = A_t \left[\alpha k_t^{\xi} + (1-\alpha)\eta_t^{1-\xi}\right]^{\gamma/\xi} \qquad (8)$$

donde eliminamos el índice z porque la tecnología es la misma para todos los productores; $A_t$ es un shock tecnológico estocástico y estacionario tal que:

$$A_t = (A_{t-1})^{\rho_a}\epsilon_{A_t} \qquad (9)$$

Con $\rho_a \, \epsilon(0,1) \; y \; \ln(\epsilon_{at}) \sim N(0,1)$.

Los beneficios del productor en términos de los bienes no comerciables son:

$$\frac{\Delta_t}{P_t^N} = \left[\frac{p_t^N(z)}{P_t^N} - \psi_t(1+\mu i_t)\right]\left[\frac{p_t^N(z)}{P_t^N}\right]^{-\theta_t} C_t^N$$

El costo de obtener financiamiento para cubrir los costos de requerimiento de trabajo se representan por el término $\mu i_t$ y son una proporción del costo marginal de producción.

Formalmente el productor resuelve el siguiente problema de maximización:

$$\max_{\{p_t^N(z)\}_{t=0}^{\infty}} \mathbb{E}_t \sum_{i=0}^{\infty}(\alpha\beta)^i \left[\Omega_{t,t+i}\left[\frac{p_t^N(z)}{P_{t+i}^N} - \psi_{t+i}(1+\mu i_{t+i})\right]\left[\frac{p_t^N(z)}{P_{t+i}^N}\right]^{-\theta_{t+i}} C_{t+i}^N\right] \qquad (10)$$

Donde $\beta^i \Omega_{t,t+i}$ es el factor de descuento intertemporal involucrado en la solución del problema del productor.

De la condición de primer orden del productor obtenemos $p_t^{N*}$:

$$p_t^{N*} = \frac{\theta}{\theta-1} \frac{\mathbb{E}_t \sum_{i=0}^{\infty} (\alpha\beta)^i \left[ \Omega_{t,t+i} \left[ \frac{1}{P_{t+i}^N} \right]^{-\theta_{t+i}} \psi_{t+i} (1+\mu i_{t+i}) C_{t+i}^N \right]}{\mathbb{E}_t \sum_{i=0}^{\infty} (\alpha\beta)^i \left[ \Omega_{t,t+i} \left[ \frac{1}{P_{t+i}^N} \right]^{1-\theta_{t+i}} C_{t+i}^N \right]} \tag{11}$$

**BANCO CENTRAL**

Para cerrar el modelo, existe un Banco Central que elige la tasa de interés para mantener su objetivo de inflación $\pi^*$ a través de una regla de objetivos de inflación. Esta regla monetaria es una simplificación de la propuesta por Svensson (1999) quien incluye en su función de respuesta a la producción.

El Banco Central sigue la regla

$$(1 + i_t) = \vartheta_t (\pi_t - \pi^*)^{\sigma_\pi} \tag{12}$$

donde $\pi_t$ es la inflación del periodo t y $\sigma_\pi$ es el parámetro de respuesta de la tasa de interés ante cambios en los niveles de inflación, regularmente es mayor a 1 lo que implica que el banco central tiene una política agresiva contra la inflación.

$\vartheta_t$ es un choque monetario estocástico tal que

$$\vartheta_t = (\vartheta_{t-1})^{\rho_\vartheta} \epsilon_{\vartheta_t} \tag{13}$$

Con $\rho_{\vartheta} \in (0,1)$ y $\ln(\epsilon_{\vartheta_t}) \sim N(0,1)$.

La tasa nominal doméstica satisface la paridad de tasas de interés

$$(1 + i_t) = (1 + r_t)\frac{\varepsilon_{t+1}}{\varepsilon_t} \tag{14}$$

La tasa de interés nominal internacional $r_t$ es exógena para la SOE y sigue la dinámica de un choque exógeno

$$(1 + r_t) = (1 + r_{t-1})^{\Phi_r}\epsilon_{r_t} \tag{15}$$

con $\Phi_r \in (0,1)$ y $\ln(\epsilon_{r_t}) \sim N(0,1)$

4. Parametrización y Calibración

El modelo se caracteriza por un sistema de 23 ecuaciones y 23 variables que se resuelve a través del método propuesto por Uhlig (1997). El sistema de ecuaciones log-linealizadas es presentado en la Tabla 2 del Anexo A. Dicho modelo se calibra para una economía pequeña y abierta emergente. Muchos de los valores son tomados directamente de la literatura. El factor de descuento subjetivo, β igual a .99 se toma con base en Hernández et. al (2006). Schmitt-Grohe y Uribe (2008) calcularon el parámetro de persistencia en el hábito de consumo para Estados Unidos, el cual fue de .85 mientras que Smets (2002) lo calcula para el área europea y encuentra que el valor del parámetro de formación de hábito es 0.55, el presente trabajo toma el valor de .85 para el hábito en el consumo. La tasa de depreciación es de .07 mientras que la elasticidad del producto de capital es .67. Al igual que en Uribe (2007) la inversa de la elasticidad intertemporal de sustitución es igual a 2, mientras que $\varphi$ es igual a 2.24. El parámetro de la regla de Taylor se fija a 1.5, como en Beltrán y Draper

(2008), lo que implica una política monetaria agresiva. Todos los parámetros de persistencia de los choques exógenos se fijan a 0.9 con el objetivo de no incluir más elementos al análisis. De esta forma, los choques solo varían en la calibración de la matriz de desviaciones estándar. La elección de valores para los parámetros involucrados en el modelo se muestra en la tabla 3 del Anexo A. Los valores caracterizan datos trimestrales. La tabla 4 muestra los parámetros implícitos del modelo. Para realizar las simulaciones fueron calibradas las desviaciones estándar de los choques para que ajusten los segundos momentos del modelo con los segundos momentos empíricos de la economía mexicana. Los valores finales de la calibración de los choques exógenos se presentan en la tabla 5 del Anexo A.

El modelo presenta seis fuentes de variación exógena. Cuatro de estos choques han sido ampliamente utilizados en la literatura de economías pequeñas y abiertas. Los choques son: un choque tecnológico, un choque monetario, un choque de inversión y un choque de tasa de interés internacional. Además se incluyen dos choques especiales: el choque de precios y un choque a la proporción del ingreso destinado al consumo de los dos bienes de la economía. Para observar las características de estos choques que nos llevan a la calibración final presentada en la tabla 5 del Anexo A se hace uso de simulaciones del modelo teórico. El primer ejercicio es observar el comportamiento de los choques en un ambiente "puro". Para esto, se eliminan todas las rigideces que se encuentran en el modelo y se observa el comportamiento aislado de cada uno de los choques. La Tabla 4.1 muestra en cada columna una simulación con los valores de choques y rigideces listados en los renglones de la primera columna.

| Tabla 4.1 Simulaciones para la Calibración | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Simulaciones | | | | | |
| Desviaciones Estándar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Consumo | 0 | 0 | 0 | 0.0005 | 0.0002 | 0.0001 |
| Producción | 0 | 0 | 0 | 0.0025 | 0.0003 | 0 |
| Valor de la Desviación Estándar | | | | | | |
| Choque Tecnológico | 0.0025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Monetario | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Tasa de Interés Internacional | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 |
| Choque de Inversión | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 |
| Choque de Precios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0 |
| Choque a la Proporción del Consumo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.45 |
| Rigideces | | | | | | |
| Hábito | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Capital de Trabajo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos de Ajuste de Capital | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Precios a la Calvo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Las desviaciones del consumo y de la producción son reportadas en los primeros renglones. La columna uno muestra el resultado de la simulación de un choque tecnológico sin rigideces; la columna dos muestra el efecto de un choque monetario y así sucesivamente para el resto de los choques. Un resultado importante de estas simulaciones es que el choque a la proporción del gasto destinado al consumo de los bienes comerciables y no comerciables es el único que provoca que la volatilidad relativa del consumo con respecto del PIB sea mayor a 1. Es significativo hacer notar que este comportamiento del choque a la proporción se mantiene cuando se activan cada una de las rigideces, excepto cuando se enciende el parámetro de hábito en el consumo.

La Tabla 4.2 expone los resultados de la simulación de los choques con precios a la Calvo. Esta rigidez es la más importante en la economía.

| Tabla 4.2 Rigideces de Precios: Precios a la Calvo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Simulaciones | | | | | |
| Desviaciones Estándar | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Consumo | 0.2176 | 0.0762 | 0.8246 | 0.0023 | 0.4226 | 0.8033 |
| Producción | 0.3259 | 0.105 | 0.7983 | 0.0009 | 0.6823 | 0.0667 |
| Volatilidad Relativa σ(C)/σ(PIB) | 0.667689 | 0.725714 | 1.032945 | 2.5556 | 0.6194 | 12.04348 |
| Valor de la Desviación Estándar | | | | | | |
| Choque Tecnológico | 0.0025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Monetario | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Tasa de Interés Internacional | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 |
| Choque de Inversión | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 |
| Choque de Precios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0 |
| Choque Tipo de Cambio al Consumo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.45 |
| Rigideces | | | | | | |
| Hábito | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Capital de Trabajo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos de Ajuste de Capital | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Precios a la Calvo | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |

Como podemos observar en la tabla, con este tipo de precios existen tres choques que provocan una volatilidad relativa del producto mayor a uno. Estos choques son: el choque de tasa de interés internacional, el choque de inversión y, nuevamente, el choque a la proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables, aunque éste último es muy grande. El efecto del choque de inversión es en realidad marginal pues las magnitudes que genera en la volatilidad del producto y del consumo son mucho menores a aquellas originadas por la tasa de interés internacional y el choque de proporción. El hecho de que variaciones estocásticas de la tasa de interés internacional genere una volatilidad relativa mayor a uno del consumo sobre el producto, nos obliga a pensar si este instrumento es suficiente para capturar las regularidades empíricas de la economía mexicana; la respuesta es no. La tabla 4.3 da los resultados para seis simulaciones con distintos valores de la

desviación estándar del choque de tasa de interés internacional y todas las rigideces activadas.

Tabla 4.3 Tasa de Interés Internacional

| | Simulaciones | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Desviaciones Estándar | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Consumo | 2.0333 | 1.165 | 1.6813 | 1.7393 | 2.6111 | 37.7075 |
| Producción | 1.9789 | 1.1336 | 1.6359 | 1.6927 | 2.5404 | 36.6893 |
| Volatilidad Relativa σ(C)/σ(PIB) | 1.02749 | 1.027699 | 1.027752 | 1.0275 | 1.0278 | 1.027752 |
| Valor de la Desviación Estándar | | | | | | |
| Choque Tecnológico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Monetario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Tasa de Interés Internacional | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.0025 | 0.005 | 1 |
| Choque de Inversión | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque de Precios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Choque Tipo de Cambio al Consumo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rigideces | | | | | | |
| Hábito | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| Capital de Trabajo | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Costos de Ajuste de Capital | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Precios a la Calvo | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |

A pesar de que el choque provoca que se eleven las volatilidades absolutas del consumo y del producto, la volatilidad relativa se establece alrededor de 1.027, este resultado, si bien es un aproximado de la volatilidad relativa empírica, no es el mejor resultado posible. Más aún, la imposibilidad del choque de tasa de interés internacional para capturar las regularidades empíricas de México se extiende a cualquier combinación con los restantes choques tradicionales. La calibración para capturar las regularidades empíricas de la economía mexicana se puede apreciar en la tabla 4.4. El resultado interesante de la calibración de la matriz de desviaciones estándar es que el choque a la proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables es crucial para que se

pueda mantener una relación mayor a uno en la razón de volatilidad del consumo por volatilidad del producto.

Tabla 4.4 Calibración Final

| | Simulaciones | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Desviaciones Estándar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Consumo | 0.3047 | 0.6004 | 1.293 | 1.2923 | 1.392 | 1.7734 |
| Producción | 0.4159 | 0.824 | 1.3843 | 1.3924 | 1.5625 | 1.5921 |
| Volatilidad Relativa σ(C)/σ(PIB) | 0.732628 | 0.728641 | 0.934046 | 0.9281 | 0.8909 | 1.113875 |
| Cambio Porcentual Volatilidad Relativa | | -0.00544 | 0.281902 | -0.006 | -0.04 | 0.250308 |
| Valor de la Desviación Estándar | | | | | | |
| Choque Tecnológico | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 |
| Choque Monetario | 0 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Choque Tasa de Interés Internacional | 0 | 0 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Choque de Inversión | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Choque de Precios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0.005 |
| Choque Tipo de Cambio al Consumo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.45 |
| Rigideces | | | | | | |
| Hábito | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| Capital de Trabajo | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Costos de Ajuste de Capital | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Precios a la Calvo | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |

Esto se pudo comenzar a inferir desde las magnitudes de volatilidad que arrojó este choque en la tabla 4.2. Por otro lado, el choque de precios ayuda a capturar las volatilidades absolutas y la volatilidad relativa, aunque este efecto es marginal.

## 5. Resultados

El modelo es bien comportado y es capaz de capturar las regularidades empíricas para la economía mexicana. Para mostrar lo anterior, se muestran las gráficas de impulso-respuesta en el Anexo B para un análisis cualitativo de las características del modelo. Además, el modelo muestra un buen ajuste con algunas de las principales variables de la economía mexicana. La tabla 6.1 muestra un comparativo entre los segundos momentos que caracterizan a la economía mexicana y los segundos momentos generados por la simulación

del modelo para ciertas variables de interés. El primer resultado importante es que el modelo tiene la capacidad de replicar de forma muy cercana la desviación estándar del producto, consumo y tipo de cambio. La inversión es capturada de forma cercana, sin embargo no es con la cercanía con que lo hace para las demás variables. Los datos para México indican que la desviación estándar del producto se ubica en el nivel de 1.5999 mientras que el modelo genera una de 1.5894.

Tabla 6.1 Segundos Momentos Empíricos y del modelo DSGE

| | Evidencia Empírica para el periodo 1995-2007 | | Resultados del modelo DSGE | |
|---|---|---|---|---|
| | Volatilidad | σ(x)/σ(PIB) | Volatilidad | σ(x)/σ(PIB) |
| PIB | 1.5999 | 1 | 1.5894 | |
| Consumo | 1.7895 | 1.1185 | 1.7965 | 1.113875742 |
| Inversión | 5.0198 | 3.1376 | 4.4766 | 2.816534541 |
| Tipo de Cambio | 0.7154 | 0.4472 | 0.7417 | 0.466654083 |
| Inflación | 1.3062 | 0.8164 | 0.0862 | 0.054234302 |

Similarmente, el consumo es bien capturado por la especificación teórica. Los datos registran que el consumo tiene una desviación de 1.7895 mientras que el modelo genera una desviación de la media de 1.7965. Un resultado importante es que la especificación replica la regularidad empírica de que el consumo es más volátil que el producto en economías emergentes. Como se mostró en la sección anterior, este importante resultado se logra primordialmente por la calibración del choque de proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables. El choque de precios también aporta a este resultado, sin embargo, lo hace de forma marginal mientras que la presencia del choque a la inversión tiene la intención de ayudar a capturar el comportamiento de la inversión. Finalmente, cuando se analiza la volatilidad de la inflación, el resultado es que la especificación teórica del modelo no replica correctamente su comportamiento.

## 6. Conclusiones

El modelo presentado en este documento es un buen marco de referencia para la especificación teórica de algunas características de la economía mexicana. Varias regularidades empíricas documentadas en la literatura de economías pequeñas y abiertas son capturadas por el modelo. Las dinámicas del producto, consumo y tipo de cambio son replicadas por el modelo; la inversión logra ser representada en su volatilidad, aunque no con la precisión con que fueron representadas las demás variables; la inflación no logra ser capturada de forma satisfactoria.

El choque a la proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables juega un papel primordial para lograr que se cumpla la regularidad empírica de que la volatilidad del consumo sea mayor a la del producto. Éste choque afecta la relación entre la razón del consumo de bienes no comerciables y comerciables y el tipo de cambio. Esto nos lleva a la idea de que la razón de mayor volatilidad en el consumo de las economías emergentes se origina de la mayor susceptibilidad de estas economías a cambios en el entorno externo. Es importante destacar que este choque a la proporción de consumo de bienes comerciables y no comerciables es una innovación en la literatura de economías pequeñas y abiertas emergentes.

BIBLIOGRAFIA

Adolfson, Malin, Stefan Laséen, Jesper Linde y Mattias Villani (2008), “Evaluating an estimated new Keynesian small open economy model”, Journal of Economic Dynamics and Control, Elsevier, vol. 32(8), pp. 2690-2721.

Aguiar, Mark y Gita Gopinath (2007), “Emergin Market Business Cycle: The Cycle is the Trend”, University of Chicago Press, vol.115, pp. 69-102.

Anton, Arturo (2008), “Accounting for Output Fluctuations in Mexico”, Banco de México Documento de Trabajo No. 2008-05.

Arellano, Cristina y Enrique G. Mendoza (2002), "Credit Frictions and 'Sudden Stops' in Small Open Economies: An Equilibrium Business Cycle Framework for Emerging Markets Crises", National Bureau of Economic Research, Working Papers 8880

Beltrán Daniel, David Draper (2008), “Estimating the parameters of a Small Open Economy DSGE Model: Identifiability and Inferential Validity”, International Financie Discussion Papers 955

Calvo, Guillermo (1983), “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework”, Journal of Monetary Economics vol.12, pp. 383-398.

Clarida, Richard, Jordi Gali, y Mark Gertler, (1998), “Monetary Policy Rules in Practice: Some International Evidence”, European Economic Review, Elsevier vol.42(6), pp.1033-1067.

Cuadra, Gabriel (2008), “Hechos Estilizados del Ciclo Económico en México”, Banco de México, Documentos de Investigación No. 2008-14.

Dixit, Avinash y Joseph Stiglitz (1977), “Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity”, American Economic Review 67(3), pp. 297-308.

Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, y Gregory Huffman (1988), "Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycles", American Economic Review 78(3), 402-17.

Galí, Jordi y Mark Gertler (2000), “Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis”, National Bureau of Economic Research, working paper 7551.

Carlstrom, Charles, Timothy Fuerst, Fabio Ghironi y Kólver Hernández (2006), “Relative Price Dynamics and the Aggregate Economy”, JEL

Peter N. Ireland (2004), "Technology Shocks in the New Keynesian Model," The Review of Economics and Statistics, MIT Press, vol. 86(4), pp. 923-936, 01.

Kydland, Find y Edward Prescott (1982), “Time to build and aggregate fluctuations”, Econometrica vol. 50(6), pp. 1345-70

Leblebicioglu, Asli (2008), “Financial Integration, Credit Market Imperfections and Consumption Smoothing”, (*por publicarse en Journal of Economic Dynamics and Control)*

Mendoza, Enrique (1991), “Real Business Cycle in a Small Open Economy”, The American Economic Review, Vol. 81, No. 4, pp. 797-818.

Neumeyer, Pablo A. & Perri, Fabrizio (2005), "Business cycles in emerging economies: the role of interest rates," Journal of Monetary Economics, Elsevier, vol. 52(2), pages 345-380.

Schmitt-Grohe, Stephanie y Martin Uribe (2008), “What’s News in Bussiness Cycles”, National Bureau of Economic Research, document de trabajo 14215.

Frank Smets & Raf Wouters (2003), "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area," Journal of the European Economic Association, MIT Press, vol. 1(5), pages 1123-1175.

Svensson, Lars (1999), “Inflation Targeting: Some Extensions” The Scandinavian Journal of Economics, Vol. 101, No. 3, pp. 337-361.

Taylor, John (1980), “Aggregate Dynamics and Staggered Contracts”, Journal of Political Economy 88(1), pp. 1-23.

Uhlig, Harald (1997), “A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily”, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Discussion Paper 101.

Uribe, Martin (2002), “The Price-consumption puzzle of currency pegs”, Journal of Monetary Economics 49(3), pp. 533-569.

Uribe, Martín (2007), “Real Business Cycles in Emerging Country”, NBER working paper 12629.

Uribe, Martín (2007), “Lectures in Open Economy Macroeconomics”, Duke University y NBER.

Yun, Tack (1996), “Nominal Price Rigidity, Money Supply Endogeneity, and Business Cycles”, Journal of Monetary Economics 37(2-3), pp. 345-370.

ANEXO A

| Tabla 1.Ciclo de Negocio: Economías Emergentes vs Economías Desarrolladas | | |
|---|---|---|
| Parámetro | Emergentes | Desarrolladas |
| $\sigma_y$ | 2.02 | 1.04 |
| $\sigma_{\Delta y}$ | 1.87 | 0.95 |
| $\rho_y$ | 0.86 | 0.9 |
| $\rho_{\Delta y}$ | 0.23 | 0.09 |
| $\sigma_c/\sigma_y$ | 1.32 | 0.94 |
| $\sigma_i/\sigma_y$ | 3.96 | 3.42 |
| $\sigma_{tb}/\sigma_y$ | 2.09 | 0.71 |
| $\rho_{\frac{tb}{y},y}$ | -0.58 | -0.26 |
| $\rho_{c,y}$ | 0.74 | 0.69 |
| $\rho_{i,y}$ | 0.87 | 0.75 |

Fuente: Aguiar y Gopinath (2007), extraído de Uribe (2007)

Tabla 2. Sistema de ecuaciones log-linealizadas

| Ecuaciones |
| --- |
| $\hat{v}_t + \hat{C}_t - \hat{C}_t^T + \frac{1}{1-\beta\rho}\hat{\Gamma}_t - \frac{\beta\rho}{1-\beta\rho}\hat{\Gamma}_{t+1} - \hat{\lambda}_{1,t}$ |
| $\frac{1}{1-\nu}\hat{v}_t + \hat{C}_t^N - \hat{C}_t^T - \hat{e}_t$ |
| $-\hat{C}_t + \left[\nu ln\left(C^T\right) - \nu ln(C^N)\right]\hat{v}_t + (1-\nu)\hat{C}_t^N + \nu\hat{C}_t^T$ |
| $\hat{\Gamma}_t - \frac{\sigma}{\Gamma}\left[C\hat{C}_t - \rho C\hat{C}_{t-1} - \varphi\eta^n\hat{\eta}_t\right]$ |
| $\hat{\Gamma}_t + (n-1)\hat{\eta}_t - \hat{\lambda}_{1,t} - \hat{\omega}_t + \hat{e}_t$ |
| $-\hat{\lambda}_{2,t} + \beta(1-\delta)\hat{\lambda}_{2,t+1} + \beta z\left(\hat{\lambda}_{1,t+1} + \hat{z}_{t+1} - \hat{e}_{t+1}\right)$ |
| $-\hat{\lambda}_{1,t} + \hat{e}_t + \hat{\lambda}_{2,t} + \hat{\varepsilon}_{I,t} - (\zeta + \beta\zeta)\hat{I}_t + \zeta\hat{I}_{t-1} + \beta\zeta\hat{I}_{t+1}$ |
| $-\hat{\lambda}_{1,t} + \hat{\lambda}_{1,t+1} + \hat{r}_t$ |
| $-C^T\hat{C}_t^T + A_2 b(1+r)\hat{b}_{t-1} + b(1+r)\hat{r}_{t-1} - b\hat{b}_t$ |
| $-\hat{k}_t + (1-\delta)\hat{k}_{t-1} + \delta\hat{I}_t + \delta\hat{\varepsilon}_{I,t}$ |
| $-C^N\hat{C}_t^N - I\hat{I}_t + \hat{A}_t + \gamma q\alpha k^{\xi}\hat{k}_t + \gamma q(1-\alpha)\eta^{\xi}\eta_t$ |
| $-\hat{\pi}_t + \frac{(1-\alpha)(1-\alpha\beta)}{\alpha}\left[\hat{\psi}_t + \mu(1+i)\hat{\imath}_t - \hat{\theta}_t\right] + (1-A_1)\beta\hat{\pi}_{t+1} + A_1\hat{\pi}_{t-1}$ |
| $-\hat{\psi}_t - \frac{1}{\gamma}\hat{A}_t + \left(\frac{1}{\gamma} - 1\right)\hat{Y}_t^N + \left[\frac{\xi}{\xi-1}\frac{d_3^{\frac{1}{\xi-1}}}{d_1} - \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\frac{d_2^{\xi}d_3^{\frac{\xi}{\xi-1}}}{(\xi-1)}\right]\hat{z}_t$ <br> $+ \left[\frac{\omega}{d_1} - \frac{z}{(\xi-1)}\frac{d_3^{\frac{1}{\xi-1}}}{d_1} + \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\frac{d_2^{\xi}d_3^{\frac{\xi}{\xi-1}}}{(\xi-1)}\right]\hat{\omega}_t$ |
| $-\hat{\omega}_t + \hat{A}_t + (\gamma-\xi)q\alpha k^{\xi}\hat{k}_t + \left[(\xi-1) + (1-\alpha)(\gamma-\xi)q\eta^{\xi}\right]\hat{\eta}_t$ |
| $-Y^N\hat{Y}_t^N + C^N\hat{C}_t^N + I\hat{I}_t$ |
| $-\hat{\imath}_t + \sigma_\pi\hat{\pi}_t + \hat{\vartheta}_t$ |
| $-\hat{\imath}_t + \hat{r}_t + \hat{e}_{t+1} - \hat{e}_t + \hat{\pi}_{t+1}$ |
| $\hat{A}_t = \rho_a\hat{A}_{t-1} + \epsilon_{A_t}$ |
| $\hat{v}_t = \rho_v\hat{v}_{t-1} + \epsilon_{v_t}$ |
| $\hat{\theta}_t = \rho_\theta\hat{\theta}_{t-1} + \epsilon_{\theta_t}$ |
| $\hat{\vartheta}_t = \rho_\vartheta\hat{\vartheta}_{t-1} + \epsilon_{\vartheta_t}$ |
| $\hat{\varepsilon}_{I,t} = \rho_{\varepsilon_I}\hat{\varepsilon}_{I,t-1} + \epsilon_{\varepsilon_{I,t}}$ |
| $\hat{r}_t = \Phi_r\hat{r}_{t-1} + \epsilon_{r_t}$ |

Tabla 3. Calibración de parámetros

| Tabla 3. Parámetros calibrados | | |
|---|---|---|
| Parámetro | Valor | Descripción |
| **β** | **0.99** | Factor de descuento subjetivo |
| **ρ** | **0.85** | Parámetro de hábito en el consumo |
| $n$ | **4.00** | Elasticidad de oferta de trabajo |
| **δ** | **0.07** | Tasa de depreciación |
| **α** | **0.67** | Elasticidad producto del capital |
| **σ** | **2.00** | Inversa de la elasticidad intertemporal de sustitución |
| $\varphi$ | **2.24** | |
| ζ | **0.10** | Parámetro de costos de ajuste de capital |
| **μ** | **0.02** | Fracción de costos cubierta por deuda, capital de trabajo |
| $\sigma_{\pi}$ | **1.50** | Paramétro Regla de Taylor |
| $\rho_{a}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\rho_{v}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\rho_{\theta}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\rho_{\vartheta}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\rho_{\varepsilon_f}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\Phi_{r}$ | **0.90** | Persistencia del choque |
| $\nu$ | ½ | Estado estacionario agregador de consumo |
| $Y^{T}$ | **0.33** | Dotación Exógena del Bien Comerciables |
| $x$ | **0.10** | Proporción de bonos respecto a bienes comerciables |

| Tabla 4. Parámetros Implícitos | |
|---|---|
| Parámetro | Definición |
| **r** | $\frac{1}{\beta} - 1$ |
| **i** | r |
| $\boldsymbol{\eta}$ | .3028 |
| $\boldsymbol{k}$ | .2615 |
| $\boldsymbol{C^N}$ | .3538 |
| $\boldsymbol{x}$ | .1 |
| $\boldsymbol{C^T}$ | $\frac{Y^T}{1 - \frac{x}{\beta} - x}$ |
| $\boldsymbol{C}$ | $(C^T)^{\nu}(C^N)^{1-\nu}$ |
| $\boldsymbol{\Gamma}$ | $\left[(1-\rho)C - (\frac{\varphi}{n})\eta^n\right]^{-\sigma}$ |
| $\boldsymbol{z}$ | $\alpha\left(\frac{\eta}{k}\right)^{1-\alpha}$ |
| $\boldsymbol{b}$ | $x(C^T)$ |
| $\boldsymbol{I}$ | $(\delta)k$ |
| $\boldsymbol{Y^N}$ | $(k^{\alpha})(\eta^{1-\alpha})$ |
| $\boldsymbol{\gamma}$ | 1 |
| $\boldsymbol{\xi}$ | .5 |
| $\boldsymbol{\omega}$ | $\gamma(1-\alpha)\left(\eta^{\xi-1}\right)\left(\alpha k^{\xi} + (1-\alpha)\eta^{\xi}\right)^{\frac{\gamma}{\xi}-1}$ |
| $\boldsymbol{d_1}$ | $\eta + z\left(\frac{(1-\alpha)z}{\alpha\omega}\right)^{\frac{1}{\xi-1}}$ |
| $\boldsymbol{d_2}$ | $\left[\alpha\left(\frac{(1-\alpha)z}{\alpha\,\omega}\right)^{\frac{\xi}{\xi-1}} + (1-\alpha)\right]^{-\frac{1}{\xi}}$ |
| $\boldsymbol{d_3}$ | $\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\frac{z}{\omega}$ |
| $\boldsymbol{q}$ | $\frac{1}{\alpha k^{\xi} + (1-\alpha)\eta^{\xi}}$ |
| $\boldsymbol{A_1}$ | 0 |
| $\boldsymbol{A_2}$ | .05 |

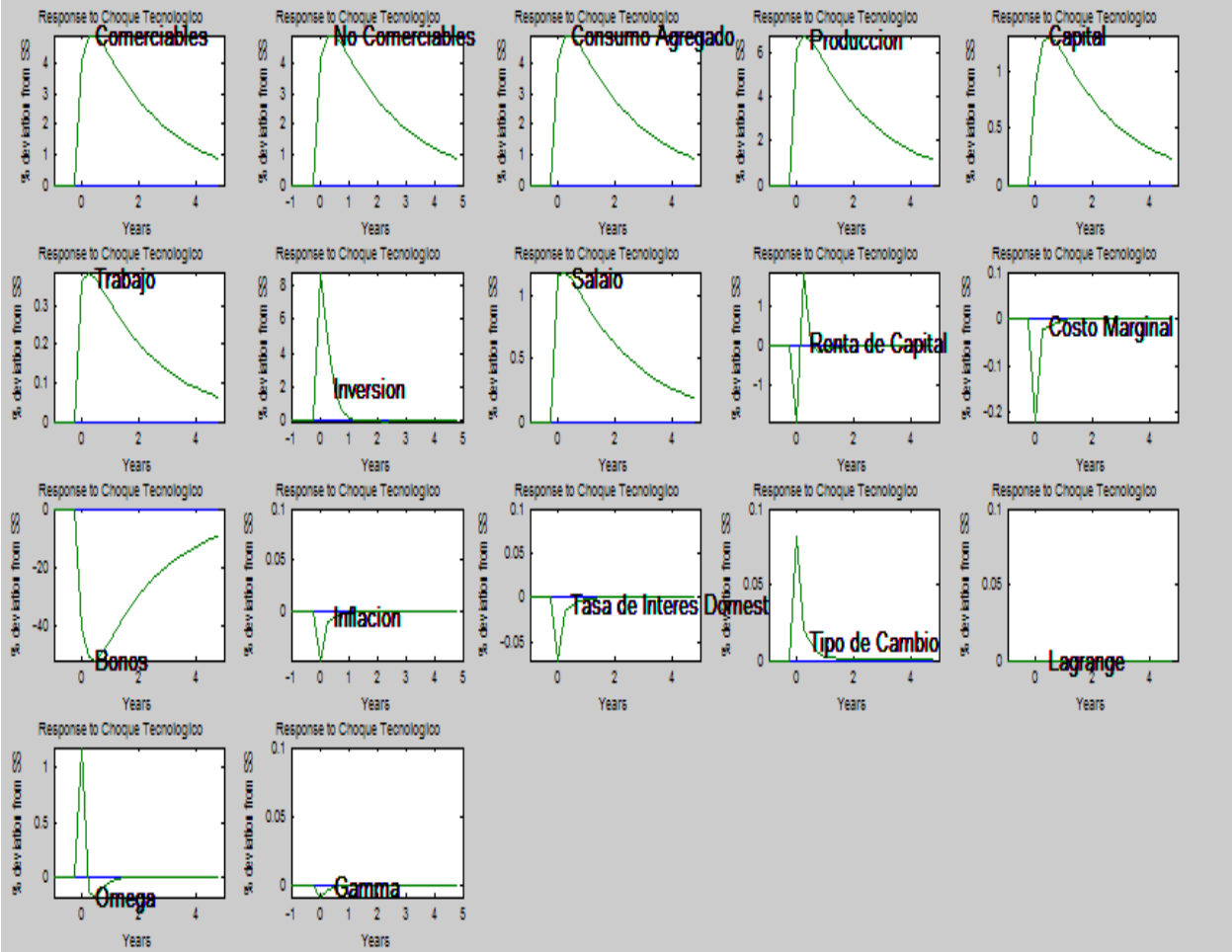
Tabla 5. Calibración de las desviaciones estándar de los choques

| Choque | Desviaciones Estándar |
|---|---|
| Tecnológico | 0.0025 |
| Monetario | 0.001 |
| Tasa de Interés Internacional | 0.001 |
| Inversión | .001 |
| Precios | 0.005 |
| A la proporción de | 0.45 |

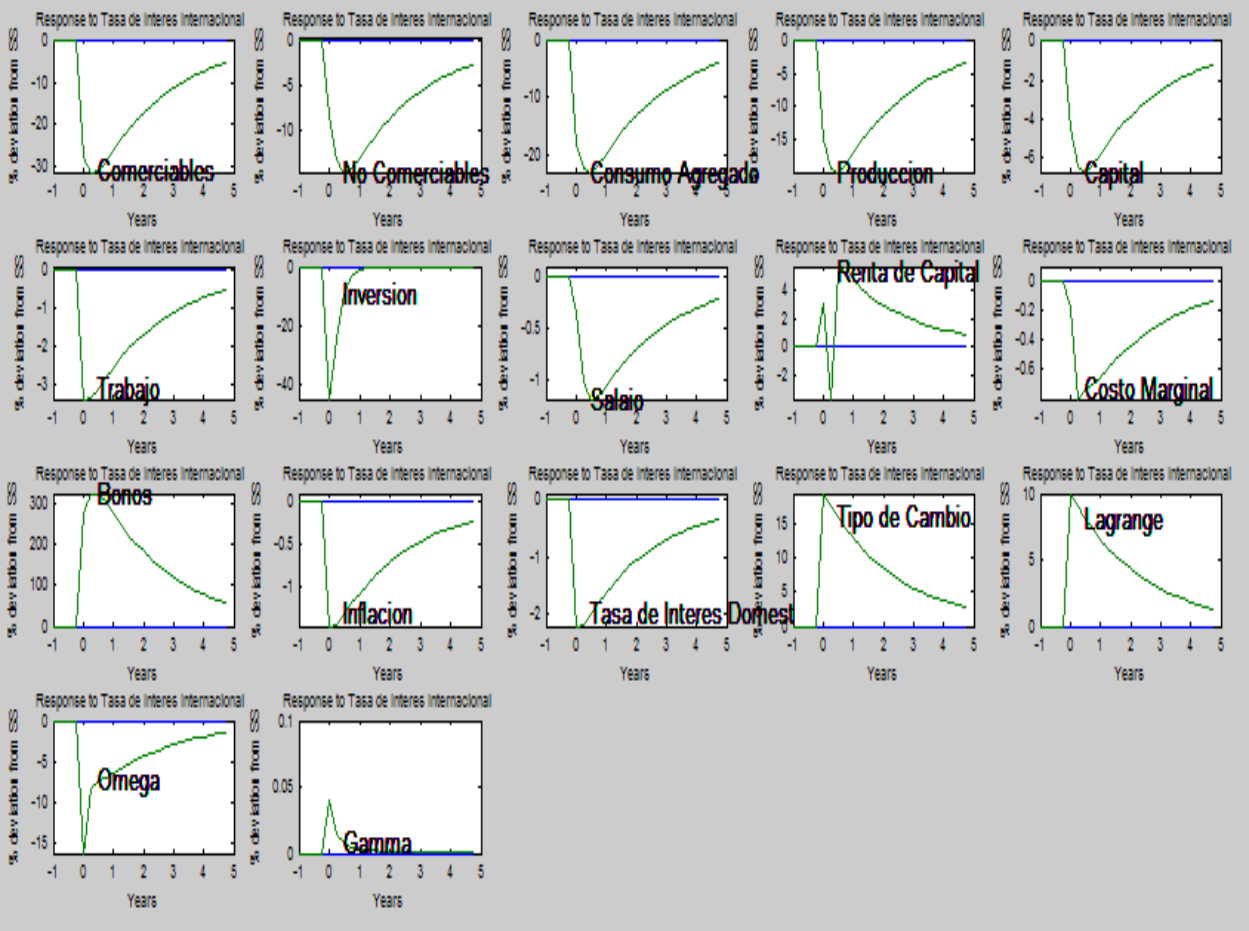
ANEXO B

Gráficas de impulso-respuesta.

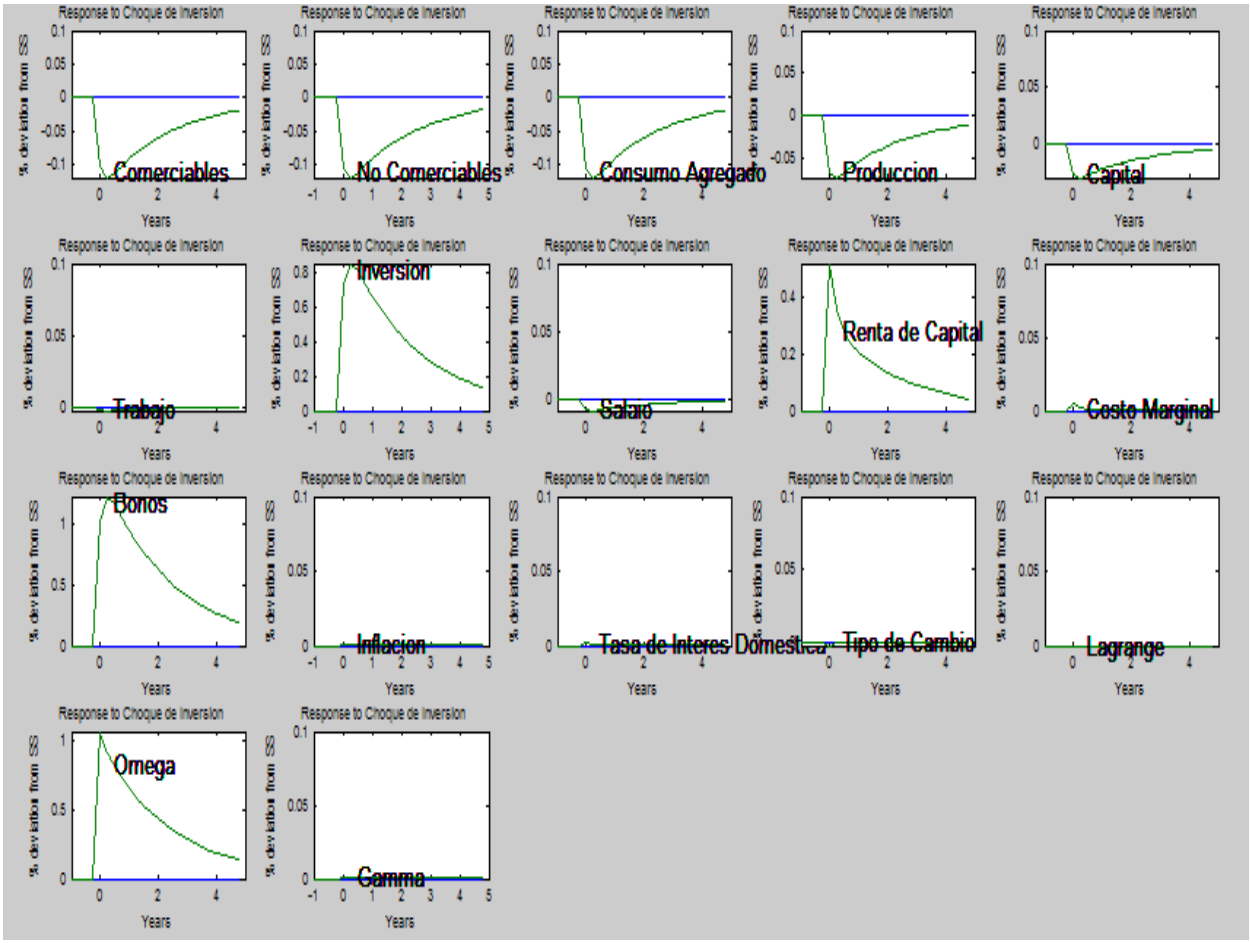
Choque Tecnológico.



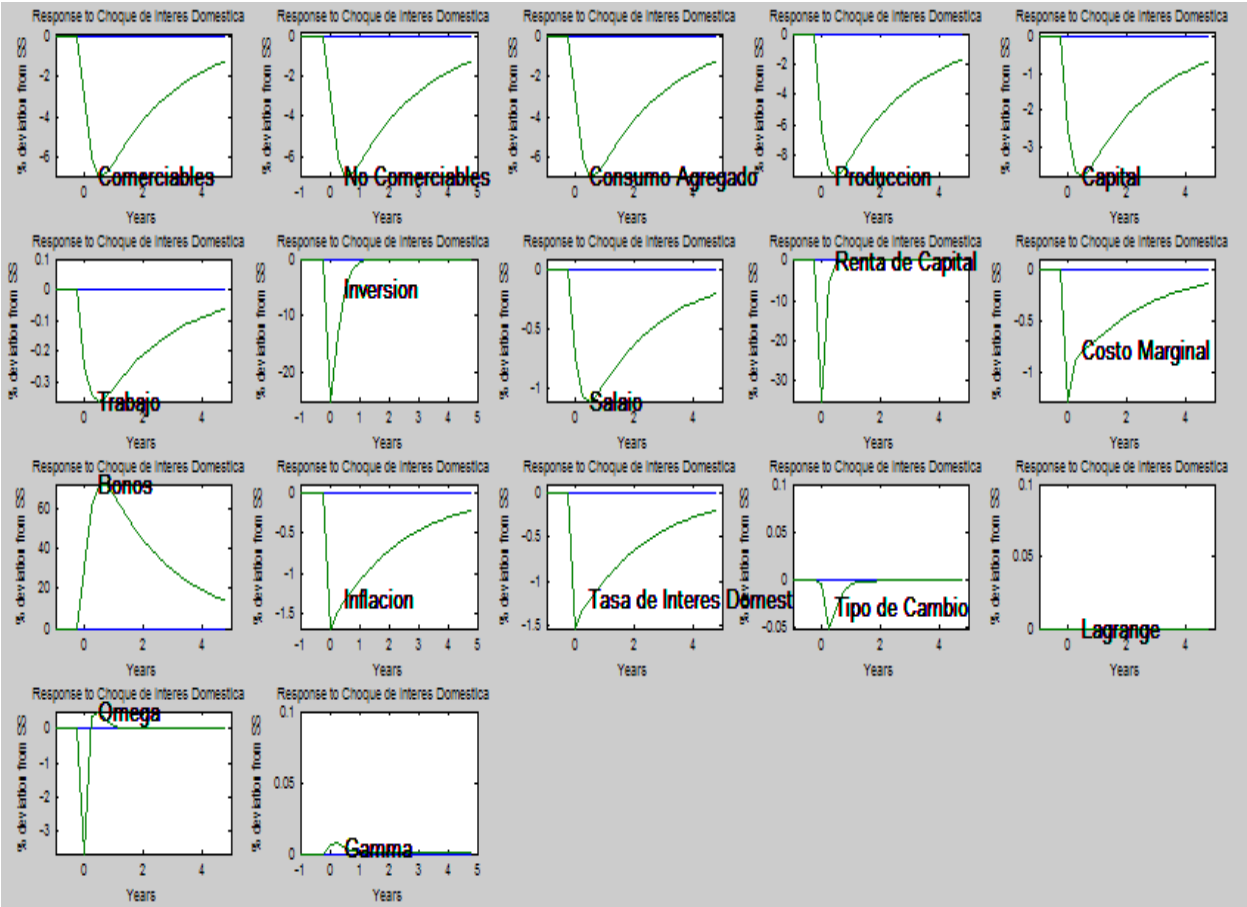
Choque de Tasa de Interés Internacional.



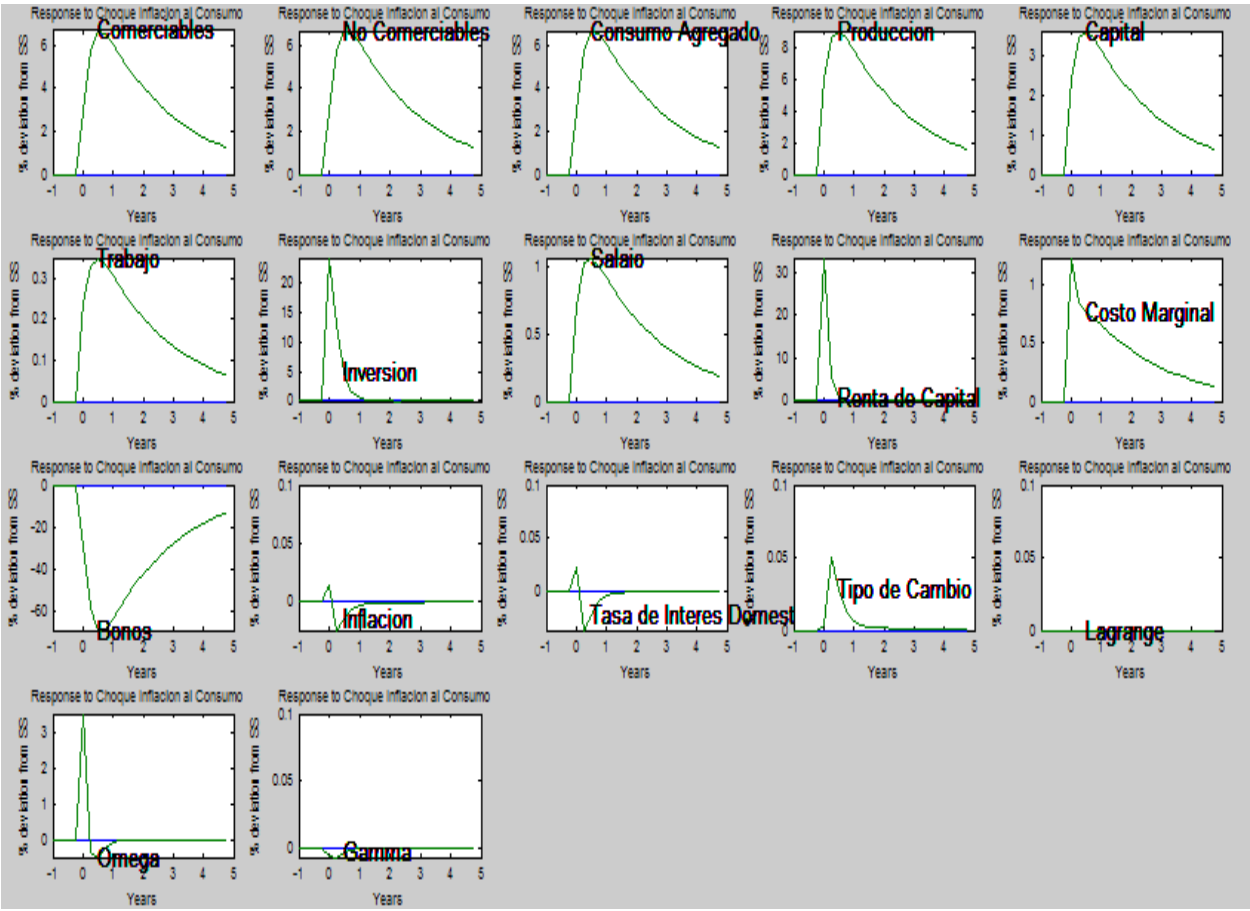
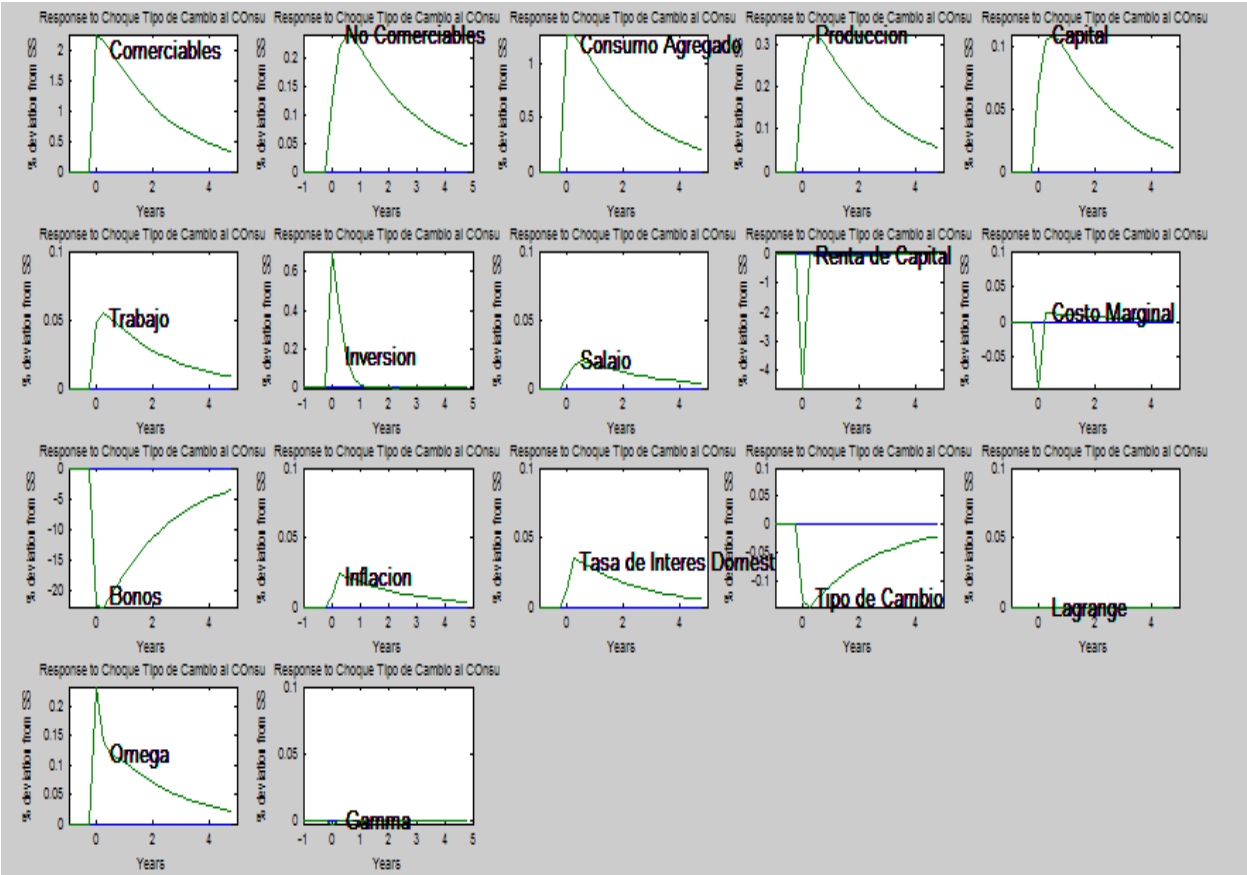
Choque de Inversión



Choque de Tasa de Interés Doméstica



Choque de Precios



Choque de Proporción del Consumo