

Términos de Intercambio y Tipo de Cambio Real: Un modelo Dinámico Estocástico de Equilibrio General para la Economía Guatemalteca

Juan Carlos Arriaza Herrera
jcah@banguat.gob.gt

Junio, 2008

Resumen

El tipo de cambio real en Guatemala ha experimentado una apreciación a partir del año 2001 y, dado que los términos de intercambio son uno de los determinantes del tipo de cambio real, en el presente trabajo se pretende determinar el impacto que tienen estos últimos en la apreciación observada en el tipo de cambio real en Guatemala. Para ello, se presenta un modelo dinámico estocástico de equilibrio general calibrado para la economía guatemalteca. Se considera una economía pequeña y abierta, que produce dos bienes (no transables y exportados) y se incluye un bien importado que sirve como insumo para la producción de los dos bienes producidos. El bien no transable es producido y consumido internamente, mientras que el bien exportado se produce pero no se consume domésticamente. Se incorporan costos de ajuste en la acumulación de capital, para mejorar la réplica de la dinámica de corto plazo de la economía. Se considera también que otro determinante de la apreciación observada en el tipo de cambio real en Guatemala es el flujo de remesas familiares, el cual se incluye en el presente modelo. La inversión en ambos sectores, no transable y exportador, proviene de la producción no transable. Los resultados del modelo son contrastados con el desempeño de la economía guatemalteca en determinados hechos estilizados de la misma, pero principalmente en el comportamiento del tipo de cambio real.

Índice

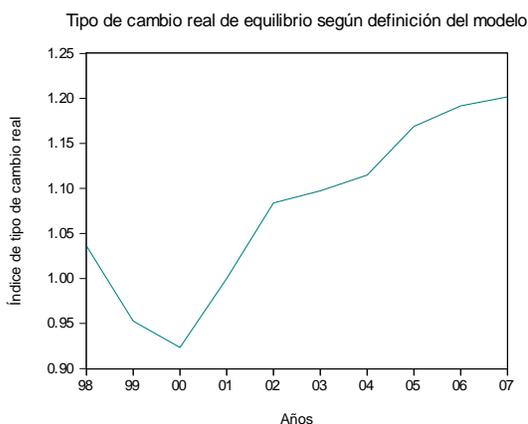
Índice	2
1. Introducción	4
2. El Modelo	7
2.1. Las Familias	8
2.2. Definiciones y Convenciones	9
2.3. Las Firmas	11
2.3.1. Sector Exportador	11
2.3.2. Sector No Transable	12
2.3.3. Procesos Estocásticos Exógenos	13
2.4. Condiciones de equilibrio en los mercados	13
3. Solución	15
4. Calibración	15
5. Resultados	16
5.1. Impulso Respuesta: Shock transitorio a los Términos de Intercambio (Q_t)	17
5.2. Impulso Respuesta: Shock transitorio al cociente remesas/pib (RSH_t)	18
5.3. Simulación: Alimentando el modelo con la serie histórica de los términos de intercambio (Q_t)	20
5.4. Simulación: Alimentando el modelo con la serie observada del cociente remesas/pib (RSH_t)	25
5.5. Simulación: Alimentando el modelo con la serie observada de los términos de intercambio (Q_t) y el cociente remesas/pib (RSH_t)	31
6. Conclusiones Finales	36
A. Apéndice: Hechos Estilizados	37
A.1. Términos de Intercambio	37
A.2. Tipo de Cambio Real	45
B. Apéndice: Calibración	49
B.1. Participación del bien importado en la producción del bien no transable ($1 - \alpha^N - \zeta^N$) y del bien exportado ($1 - \alpha^E - \zeta^E$):	50
B.2. Participación del capital y del trabajo en la producción del bien no transable (α^N, ζ^N) y del bien exportado (α^E, ζ^E).	51
B.3. Persistencia (ρ_Q) de los términos de intercambio y desviación estándar (σ_ε^Q) del shock de términos de intercambio (Q_t)	51
B.4. Persistencia (ρ_{RSH}) del cociente remesas/pib y desviación estándar (σ_ε^{RSH}) del shock del cociente remesas/pib (RSH_t)	52
B.5. Persistencia (ρ_A, ρ_Z) y desviaciones estándar (σ_t^A, σ_t^z) de los shocks de productividad del sector no transable (A_t) y del sector de exportados (Z_t)	55

B.6. Estado estacionario del factor de productividad del sector de producción no transable (A_{ee}) y del factor de productividad del sector exportador (z_{ee})	56
B.7. Ponderación del consumo de no transables $C_{N,t}$ y del ocio ($1 - h_t$) en la función de utilidad de las familias (a) :	57
B.8. Factor de Descuento Subjetivo (β)	59
B.9. Tasa Interés del estado estacionario (i_t).	63
C. Apéndice: Funciones de Impulso Respuesta.	63
C.1. Impulso Respuesta: Shock transitorio a los términos de intercambio (Q_t)	63
C.2. Impulso Respuesta: Shock transitorio al cociente remesas/pib (RSH_t)	67
D. Apéndice: Definición de Variables y Parámetros del Modelo	72
D.1. Definición de Variables	72
D.2. Parámetros del Modelo	73
Referencias	75

1. Introducción

El tipo de cambio real en Guatemala ha experimentado una apreciación importante que inició y se ha mantenido desde el año 2001. Uno de los determinantes del comportamiento del tipo de cambio real, que se encuentra comúnmente dentro de la literatura, son los términos de intercambio. En Guatemala no se cuenta con una estimación oficial de los términos de intercambio, por lo cual se hizo un esfuerzo para la construcción de los mismos, dada la importancia que éstos tienen en el comportamiento del tipo de cambio real. Según dicha estimación, los términos de intercambio en Guatemala han experimentado una leve mejora a partir del año 2002, por el incremento en los precios de los principales productos de exportación, principalmente por los precios internacionales del café y del petróleo.

El mejoramiento en los términos de intercambio coincide con la apreciación observada en el tipo de cambio real en el país, que comenzó a partir del año 2002, por lo cual existen razones para pensar que parte de la apreciación del tipo de cambio real en Guatemala es influenciada por el mejoramiento en los términos de intercambio de ese período. Como puede apreciarse en las gráficas siguientes, a partir del año 2001, el tipo de cambio real se ha venido apreciando mientras los términos de intercambio han mejorado.



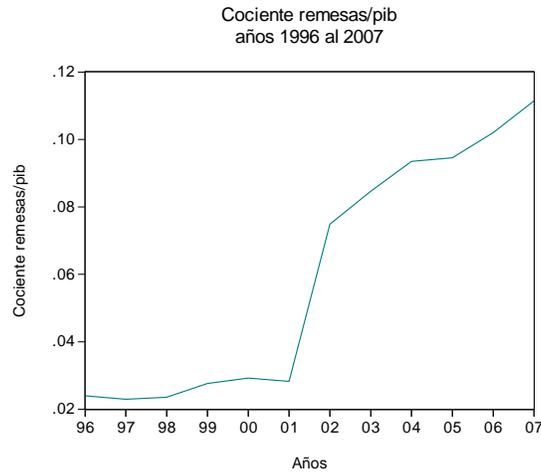
Gráfica No. 1



Gráfica No.2

Cabe indicar que, así como los términos de intercambio inciden en el comportamiento del tipo de cambio real, otra de las variables relevantes es el flujo de remesas familiares,

el cual ha experimentado un crecimiento importante a partir del año 2001, siendo coincidente de igual forma con la apreciación observada a partir de ese período por el tipo de cambio real en el país. Por ello, dentro del modelo se incorporó el cociente remesas/pib, el cual se puede apreciar en la siguiente gráfica que ha tenido una tendencia creciente a partir del año 2001.



Gráfica No. 3

Se pretende en el presente documento, buscar explicaciones para la apreciación observada en el tipo de cambio real en Guatemala. Para ello se presenta un modelo dinámico estocástico de equilibrio general para la economía guatemalteca, el cual considera una economía pequeña y abierta que produce dos bienes: no transables y exportados, e importa un tercer bien que sirve como insumo en la producción de los primeros dos bienes. Los términos de intercambio, como el cociente remesas/pib, son incorporados dentro del modelo como procesos exógenos autorregresivos de orden 1. Se determinó que ambas variables, términos de intercambio y cociente remesas/pib, poseen cierto poder explicativo sobre el tipo de cambio real en forma separada, pero en conjunto, ayudan a caracterizar de mejor forma dicho comportamiento.

El modelo es calibrado para la economía guatemalteca, utilizando las estadísticas económicas del país con el propósito de replicar algunas regularidades de dicha economía.

El presente documento inicia en la sección dos con la especificación del modelo utilizado. En la sección tres se presenta la metodología empleada para la solución del modelo. En la sección cuatro, se presentan los resultados obtenidos de la calibración.

En la sección cinco, se presentan los resultados del modelo. En este apartado, se consideran inicialmente ejercicios de impulso respuesta, mediante shocks transitorios, primero a los términos de intercambio y posteriormente al cociente remesas/pib. Seguidamente, se presentan los ejercicios de simulación realizados. Para el primer ejercicio de simulación, se alimentó el modelo con la serie observada de términos de intercambio, con el fin de determinar el poder predictivo del modelo sobre ciertas variables de la economía guatemalteca: consumo/pib, inversión/pib, exportaciones/pib, importaciones/pib, y el tipo de cambio real. Posteriormente, se realizó un ejercicio similar, alimentando el modelo, en este caso, con la serie observada del cociente remesas/pib. Finalmente, se realizó un ejercicio de simulación alimentando el modelo en forma conjunta tanto por la serie observada de los términos de intercambio como por el cociente remesas/pib.

En la sección seis se presentan las conclusiones finales. A pesar de utilizar un modelo pequeño, los resultados obtenidos son satisfactorios, principalmente al combinar el efecto conjunto de los términos de intercambio y del ratio remesas/pib. En forma separada, los términos de intercambio ayudan a explicar mejor ciertas regularidades observadas de la economía guatemalteca, mientras que el cociente remesas/pib explica mejor otras regularidades, pero en conjunto, ambas variables explican mucho mejor el comportamiento observado en varias razones importantes de la economía guatemalteca y especialmente en el tipo de cambio real.

2. El Modelo

Se desarrolla un modelo dinámico estocástico de equilibrio general, con el fin de explicar los efectos de las variaciones en los términos de intercambio sobre el tipo de cambio real. Se consideran en el modelo costos de ajuste para el capital con el fin de capturar un tipo de cambio de equilibrio compatible con las condiciones de corto plazo.

Se considera una economía pequeña y abierta que produce dos bienes, exportados y no transables, e importa un tercer bien que sirve como insumo para producir el bien no transable y el exportado. La oferta del bien no transable es determinada exclusivamente por la producción doméstica. El bien exportado no es consumido domésticamente; sólo se exporta para generar los recursos necesarios para comprar el bien importado. Por último, la demanda del bien importado es determinada por la demanda del mismo tanto en el sector no transable como en el sector de exportación, y su precio es determinado exógenamente; es decir, la demanda de dicho bien es tan pequeña que no influye en la determinación de su precio internacional. La producción de los bienes no transables y de exportación es determinada por funciones de producción de retornos constantes a escala que utilizan capital, trabajo y el bien importado como insumos. Se utiliza el bien importado como numerario, considerando por ello dos precios relativos: el primero es el precio relativo del bien no transable respecto al precio del bien importado, denominado q_t , y el segundo es el precio relativo del bien exportado respecto al bien importado, denominado Q_t .

Se modela una economía real. El tipo de cambio real se define siguiendo la metodología sugerida por Harberger (2004)¹, como el cociente entre el precio del bien no transable y el precio del bien importado. No se incluye el sector gobierno puesto que para los objetivos del presente trabajo, no interesa evaluar características de tipo fiscal. Además se asume que no se presentan rigideces nominales, ni se considera el dinero dentro del modelo.

Las preferencias de las familias se definen como función del bien no transable y del ocio. La dotación de tiempo es normalizada a la unidad por período. Debido a que se tiene interés en un modelo que sea compatible con las condiciones a corto plazo, se introducen costos de ajuste de capital, lo cual permite capturar las consecuencias del hecho de que resulta costoso hacer variar el stock de capital. Se considera que el capital tiene dos usos: el capital que se utiliza en el sector no transable y el capital utilizado en el sector exportador. La ley de movimiento para el stock de capital incluye costos de ajuste a la inversión. La especificación de la función de costos de ajuste es tal que cuando la economía está en estado estable no se presentan costos de ajuste.

¹La aplicación de la metodología sugerida por Harberger (2004), para la construcción del tipo de cambio real en el modelo, se explica en el apéndice A del presente documento

2.1. Las Familias

La economía se encuentra habitada por un conjunto (de medida uno) integrado por un número infinito de familias idénticas, quienes obtienen utilidad del consumo de un bien no transable, $C_{N,t}$ y del ocio $(1 - h_t)^2$. Las familias buscan maximizar valor esperado de su función de utilidad definida como $\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_{N,t}, h_t)$, donde $\beta \in (0,1)$ es el factor de descuento y $U(C_{N,t}, h_t)$ es la utilidad en el periodo t , definida como:

$$U(C_{N,t}, h_t) = a \cdot \ln(C_{N,t}) + (1 - a) \cdot \ln(1 - h_t) \quad (1)$$

Se supone que las familias ofrecen trabajo indistintamente entre los sectores no transable y exportador. Las horas de trabajo son compensadas con un salario ω_t . Las familias son dueñas del stock de capital instalado en el sector no transable $k_{N,t}$ y en el sector exportador $k_{E,t}$, los cuales se rentan a una tasa de utilización de capital denominada $r_{N,t}$ para el sector no transable y $r_{E,t}$ para el sector exportador.

En el modelo se asume que las familias son capaces de obtener y proporcionar préstamos en los mercados financieros internacionales mediante la compra y venta de bonos expresados en términos del bien importado, por los cuales se obtiene una tasa de interés i_t ; el total de la posición de pasivos externos netos se define como f_t . Dado que las familias son dueñas del capital, utilizan parte de sus recursos para formación de nuevo capital en los sectores no transable y exportable, definiendo $x_{N,t}$ y $x_{E,t}$ como inversión en cada uno de los respectivos sectores, constituida en ambos casos por el bien no transable.

La restricción presupuestaria de cada período, normalizada por el precio del bien importado, puede ser escrita como sigue:

$$\begin{aligned} q_t \cdot C_{N,t} + (1 + i_t) \cdot f_t + q_t \cdot x_{N,t} + q_t \cdot x_{E,t} = \dots \\ \dots h_t \cdot \omega_t + r_t^N \cdot k_{N,t} + r_t^E \cdot k_{E,t} + f_{t+1} + RHS_t \cdot y_t \end{aligned} \quad (2)$$

²El apéndice D contiene el listado y las definiciones de las variables y de los parámetros utilizados en el modelo.

Donde se define $q_t = \frac{p_t^N}{p_t^I}$ como el precio relativo del bien no transable en términos del bien importado y h_t es la suma total de horas de trabajo que las familias ofrecen indistintamente entre ambos sectores.

2.2. Definiciones y Convenciones

El stock de capital utilizado en cada sector, no transable y exportador, sigue una de las siguientes leyes de movimiento:

$$k_{E,t+1} - (1 - \delta^E) \cdot k_{E,t} - g_E \left(\frac{x_{E,t}}{k_{E,t}} \right) \cdot k_{E,t} = 0 \quad (3)$$

$$k_{N,t+1} - (1 - \delta^N) \cdot k_{N,t} - g_N \left(\frac{x_{N,t}}{k_{N,t}} \right) \cdot k_{N,t} = 0 \quad (4)$$

Donde se tiene que:

$$g_E = c_2 \cdot \left(\frac{x_{E,t}}{k_{E,t}} \right)^2 + c_1 \cdot \left(\frac{x_{E,t}}{k_{E,t}} \right) + c_0$$

$$g_N = c_5 \cdot \left(\frac{x_{N,t}}{k_{N,t}} \right)^2 + c_4 \cdot \left(\frac{x_{N,t}}{k_{N,t}} \right) + c_3$$

Las funciones g_E y g_N son cóncavas y doblemente diferenciables, lo cual refleja costos de ajuste de inversión en capital. Los parámetros c_2 y c_5 son fijados para replicar la volatilidad de la inversión y los parámetros c_1 , c_0 , c_4 y c_3 son fijados para reflejar el hecho de que no hay costos de ajuste en el estado estable. Los parámetros δ^E y $\delta^N \in (0,1)$ representan las tasas de depreciación en ambos sectores y se asume que son iguales entre sí.

Las familias estan sujetas a la restricción intertemporal siguiente:

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \left(\frac{f_{t+j}}{\prod_{s=0}^j (1 + i_s)} \right) \leq 0 \quad (5)$$

También se asume que la siguiente ecuación debe cumplirse:

$$i_t = i^* + \psi \left(\exp^{(f_t - \bar{f})} - 1 \right) \quad (6)$$

Donde i^* es la tasa libre de riesgo internacional, \bar{f} es el nivel de estado estable de la posición de pasivos externos netos y ψ es una parámetro de escala. Con la ecuación anterior se asume que los mercados internacionales son no completos, lo cual es evidente observando que los costos de financiamiento extranjero se incrementan con la posición de pasivos externos netos, lo cual puede ser interpretado como que las familias enfrentan una prima por riesgo de país.

El problema de las familias puede resumirse de la siguiente forma:

$$\text{Max}_{\{C_{N,t}, k_{E,t+1}, k_{N,t+1}, x_t^E, x_t^N, f_{t+1}, h_t\}} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot \{a \cdot \ln(C_{N,t}) + (1-a) \cdot \ln(1-h_t)\} \right\}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} q_t \cdot C_{N,t} + (1+i_t) \cdot f_t + q_t \cdot x_{N,t} + q_t \cdot x_{E,t} &= h_t \cdot \omega_t + r_t^N \cdot k_{N,t} + r_t^E \cdot k_{E,t} + f_{t+1} + RSH_t \cdot y_t \\ k_{E,t+1} - (1-\delta^E) \cdot k_{E,t} - g_E \left(\frac{x_{E,t}}{k_{E,t}} \right) \cdot k_{E,t} &= 0 \\ k_{N,t+1} - (1-\delta^N) \cdot k_{N,t} - g_N \left(\frac{x_{N,t}}{k_{N,t}} \right) \cdot k_{N,t} &= 0 \end{aligned}$$

Considerando como multiplicadores de lagrange para las ecuaciones (2), (3) y (4) a λ_t , η_t e θ_t , respectivamente, las condiciones de primer orden para el problema de maximización de las familias son las siguientes:

$$C_{N,t} : \frac{a}{C_{N,t}} = \beta \cdot q_t \cdot E_t [\lambda_{t+1}] \quad (7)$$

$$h_t : \frac{1-a}{1-h_t} = \beta \cdot w_t \cdot E_t [\lambda_{t+1}] \quad (8)$$

$$k_{E,t+1} : \eta_t = \beta \cdot E_t [\lambda_{t+1}] \cdot r_t^E + \beta \cdot E_t [\eta_{t+1}] \cdot \left[(1-\delta^E) \cdot k_{E,t} + g_E + \frac{\partial g_E}{\partial k_{E,t}} \cdot k_{E,t} \right] \quad (9)$$

$$k_{N,t+1} : \theta_t = \beta \cdot E_t [\lambda_{t+1}] \cdot r_t^N + \beta \cdot E_t [\theta_{t+1}] \cdot \left[(1-\delta^N) \cdot k_{N,t} + g_N + \frac{\partial g_N}{\partial k_{N,t}} \cdot k_{N,t} \right] \quad (10)$$

$$x_{E,t} : E_t [\lambda_{t+1}] \cdot q_t = E_t [\eta_{t+1}] \cdot \frac{\partial g_E}{\partial x_{E,t}} \cdot k_{E,t} \quad (11)$$

$$x_{N,t} : E_t [\lambda_{t+1}] \cdot q_t = E_t [\theta_{t+1}] \cdot \frac{\partial g_N}{\partial x_{N,t}} \cdot k_{N,t} \quad (12)$$

$$f_{t+1} : \lambda_t = \beta \cdot (1+i_t) \cdot E_t [\lambda_{t+1}] \quad (13)$$

2.3. Las Firmas

Existen dos firmas que buscan maximizar sus beneficios eligiendo los niveles óptimos de trabajo, dado el salario, los niveles óptimos de capital, dada la tasa de renta de capital, y los niveles óptimos de importaciones, dado el precio de éstas. La primera firma produce un bien exportado, el cual no se consume doméesticamente. La segunda firma produce un bien no transable, que se produce y se consume doméesticamente; una unidad de este bien puede ser transformada en una unidad de capital, sujeto a los costos de ajuste g_N y g_E definidos anteriormente. Por simplicidad se asume que, en cada sector, la firma correspondiente opera una función de producción Cobb - Douglas con retornos constantes a escala.

2.3.1. Sector Exportador

Hay una sola firma que produce un bien exportado, combinando capital, trabajo y el bien importado en la función de producción $y_t^E = z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,t}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E}$. Puesto que se están normalizando los precios con respecto al precio del bien importado p_t^I , el problema que la firma resuelve periodo a periodo es el siguiente:

$$\max_{\{y_t^E, k_t^E, h_t^E, y_{m,t}^E\}} \Pi_t^E = Q_t \cdot y_t^E - r_t^E \cdot k_t^E - \omega_t \cdot h_t^E - y_{m,t}^E \quad (14)$$

sujeto a:

$$y_t^E = z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,t}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E} \quad (15)$$

Donde se tiene que z_t es un factor estocástico de productividad e $y_{m,t}^E$ es la cantidad del bien importado que se utiliza como insumo para la producción del bien exportado. Los parámetros $\alpha^E, \zeta^E \in (0,1)$ determinan la participación del capital y del trabajo dentro de la función de producción, respectivamente, y son tales que $(\alpha^E + \zeta^E) \in (0,1)$.

Las condiciones de primer orden de optimización de la firma son las siguientes:

$$k_t^E : r_t^E = Q_t \cdot \alpha^E \cdot z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E-1} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,t}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E} \quad (16)$$

$$h_t^E : w_t = Q_t \cdot \zeta^E \cdot z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E-1} \cdot (y_{m,t}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E} \quad (17)$$

$$y_{m,t}^E : 1 = Q_t \cdot (1 - \alpha^E - \zeta^E) \cdot z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,t}^E)^{-\alpha^E - \zeta^E} \quad (18)$$

Donde $Q_t = \frac{p_t^E}{p_t}$ son los términos de intercambio.

2.3.2. Sector No Transable

Hay una sola firma que produce un bien no transable combinando capital, trabajo y el bien importado en la función de producción $y_t^N = A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N} \cdot (y_{m,t}^N)^{1 - \alpha^N - \zeta^N}$. Esta firma vende su producto al precio p_t^N , por lo cual el problema que la firma resuelve en cada periodo (normalizado por el precio de los importados) es el siguiente:

$$\max_{\{y_t^N, k_t^N, h_t^N, y_{m,t}^N\}} \Pi_t^N = q_t \cdot y_t^N - r_t^N \cdot k_t^N - \omega_t \cdot h_t^N - y_{m,t}^N \quad (19)$$

s.a.

$$y_t^N = A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N} \cdot (y_{m,t}^N)^{1 - \alpha^N - \zeta^N} \quad (20)$$

Donde se tiene que A_t es un shock estocástico de productividad e $y_{m,t}^N$ es la cantidad del bien importado que se utiliza como insumo para producir el bien no transable. Los parámetros $\alpha^N, \zeta^N \in (0, 1)$ determinan la participación del capital y del trabajo dentro de la función de producción, y son tales que $(\alpha^E + \zeta^E) \in (0, 1)$.

Las condiciones de primer orden de la firma son las siguientes:

$$k_t^N : r_t^N = q_t \cdot \alpha^N \cdot A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N - 1} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N} \cdot (y_{m,t}^N)^{1 - \alpha^N - \zeta^N} \quad (21)$$

$$h_t^N : w_t = q_t \cdot \zeta^N \cdot A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N - 1} \cdot (y_{m,t}^N)^{1 - \alpha^N - \zeta^N} \quad (22)$$

$$y_{m,t}^N : 1 = q_t \cdot (1 - \alpha^N - \zeta^N) \cdot A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N} \cdot (y_{m,t}^N)^{-\alpha^N - \zeta^N} \quad (23)$$

Donde $q_t = \frac{p_t^N}{p_t}$ es el tipo de cambio real.

2.3.3. Procesos Estocásticos Exógenos

Se modelan cuatro procesos estocásticos exógenos: los primeros dos son factores de productividad en los sectores no transable y exportador, el tercero es un proceso estocástico para los términos de intercambio y el cuarto es un proceso estocástico para el cociente remesas/pib. Se considera como es usual, que los shocks de productividad, los términos de intercambio y el cociente remesas/pib siguen procesos autorregresivos de primer orden como sigue:

$$z_{t+1} = (1 - \rho_z) \cdot z_{ee} + \rho_z \cdot z_t + \varepsilon_{t+1}^z \quad (24)$$

$$A_{t+1} = (1 - \rho_A) \cdot A_{ee} + \rho_A \cdot A_t + \varepsilon_{t+1}^A \quad (25)$$

$$Q_{t+1} = (1 - \rho_Q) \cdot Q_{ee} + \rho_Q \cdot Q_t + \varepsilon_{t+1}^Q \quad (26)$$

$$RSH_{t+1} = (1 - \rho_{RSH}) \cdot RSH_{ee} + \rho_{RSH} \cdot RSH_t + \varepsilon_{t+1}^{RSH} \quad (27)$$

Donde $\rho_j \in (0, 1)$ y $\varepsilon_t^j \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_j}^2)$ para $j = z, A, Q, RSH$, por lo que todos los shocks son ruido blanco.

2.4. Condiciones de equilibrio en los mercados

En equilibrio todos los mercados deben despejarse. Para los mercados de capital y trabajo, esto quiere decir que:

$$k_t^E = k_{E,t} \quad \forall t \quad (28)$$

$$k_t^N = k_{N,t} \quad \forall t \quad (29)$$

$$h_t = h_t^E + h_t^N \quad \forall t \quad (30)$$

donde:

$k_{E,t}$ = Capital en el sector exportador ofrecido por las familias, en términos del bien no transable.

k_t^E = Capital requerido por la firma del sector exportador para producir el bien exportado, medido en términos del bien no transable.

$k_{N,t}$ = Capital en el sector no transable ofrecido por las familias, medido en términos del bien no transable

k_t^N = Capital requerido por la firma del sector no transable para producir el bien no transable medido en términos del bien no transable.

h_t = Fracción de tiempo total ofrecida por las familias indistintamente en los sectores no transables y exportado.

h_t^E = Fracción de tiempo utilizado por la firma del sector exportador para producir el bien exportado.

h_t^N = Fracción de tiempo requeridas por la firma del sector no transable para producir el bien no transable.

La condición de equilibrio de mercado del sector no transable, en la cual se establece que las inversiones utilizadas en ambos sectores productivos provienen de la producción del sector no transable, se define como:

$$C_{N,t} + x_{N,t} + x_{E,t} = y_t^N \quad (31)$$

La condición de equilibrio de mercado del bien exportado se define como:

$$y_{M,t}^E + y_{M,t}^N + (1 + i_t) \cdot f_t = Q_t \cdot y_t^E + f_{t+1} + RSH_t \cdot y_t \quad (32)$$

Donde, como anteriormente se definió, $y_{M,t}^E$ e $y_{M,t}^N$ son las cantidades del bien importado demandadas como insumos por los sectores no transable y exportador; y_t^E es la producción del bien exportado e y_t^N es la producción del bien no transable.

Con las condiciones de equilibrio de mercados, los procesos estocásticos exógenos y las condiciones de optimalidad descritas anteriormente para cada agente en la economía, se caracteriza la economía artificial.

3. Solución

Para la resolución del modelo, después de algunas simplificaciones, se transformó el sistema completo de ecuaciones, expresando las variables en términos de desviaciones logarítmicas de sus estados estacionarios; es decir, se utilizaron variables transformadas: $\bar{j}_t = \log\left(\frac{j_t}{j_{ee}}\right)$ para cada variable j . Seguidamente, se hizo una aproximación de primer orden usando la expansión de Taylor y se resolvió el modelo utilizando el método de Klein (2000). Se obtuvieron las matrices P y F , usando el algoritmo de Klein, lo cual genera la dinámica de la solución iterando sobre las siguientes dos ecuaciones lineales:

$$x_t = P \cdot x_{t-1} + B \cdot w_t \quad (33)$$

$$y_t = F \cdot x_t \quad (34)$$

Donde y es un vector compuesto por variables de control y co-estado, x es un vector de estados endógenos y exógenos, F caracteriza la función de política (incluyendo la dinámica óptima de las variables de co-estado), y P es una matriz de transición para los estados. B es una matriz que determina cuáles variables pueden experimentar un shock exógeno y en que magnitud. w_t es un vector de innovaciones.

4. Calibración

Los valores de los parámetros del modelo fueron calibrados para que el comportamiento de la economía del modelo reflejara ciertas dimensiones del comportamiento de la economía guatemalteca. Para ello se utilizó información de las cuentas nacionales de Guatemala así como de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida –*ENCOVI*–.

Para un mayor detalle de la metodología utilizada para la calibración, se puede ver el Apéndice B, en el cual se explica qué tipo de información se utilizó y cuál fue el criterio de calibración que se tomó en el caso de cada parámetro.

A continuación se presenta en forma resumida los valores de los principales parámetros del modelo:

a	β	α^E	α^N	ζ^E	ζ^N	δ^E	δ^N	ψ	i^*		
0.3822	0.98935	0.2749	0.2749	0.4384	0.4384	0.012	0.012	0.0081	0.0107859		
ρ_Q	σ_ε^Q	Q_{ee}	ρ_{RSH}	σ_ε^{RSH}	RSH_{ee}	ρ_A	σ_ε^A	A_{ee}	ρ_Z	σ_ε^Z	Z_{ee}
0.60	0.05	1.02	0.48	0.0036	0.10	0.773	0.0063	0.773	0.773	0.0063	1.12

Tabla No. 1

5. Resultados

Los ejercicios realizados se hicieron con el fin de determinar en qué medida los términos de intercambio y la razón remesas/pib explican el comportamiento del tipo de cambio real y para evaluar la capacidad del modelo de replicar algunas regularidades empíricas de la economía guatemalteca. Se realizaron ejercicios de impulso respuesta aplicando un shock positivo de una desviación estándar, tanto al proceso estocástico de los términos de intercambio como al proceso estocástico del cociente remesas/pib. Cabe mencionar que las remesas, a partir del año 2001, han sufrido un incremento del 308 %, pero dentro del ejercicio de impulso respuesta, remesas se les está aplicando únicamente un shock de una desviación estandar, que es de aproximadamente 0.38 %, por lo cual la respuesta a dicho shock, de las demás variables consideradas dentro del modelo, es pequeño, pero de mucha utilidad para conocer la respuesta de las variables endógenas a dicho shock. .

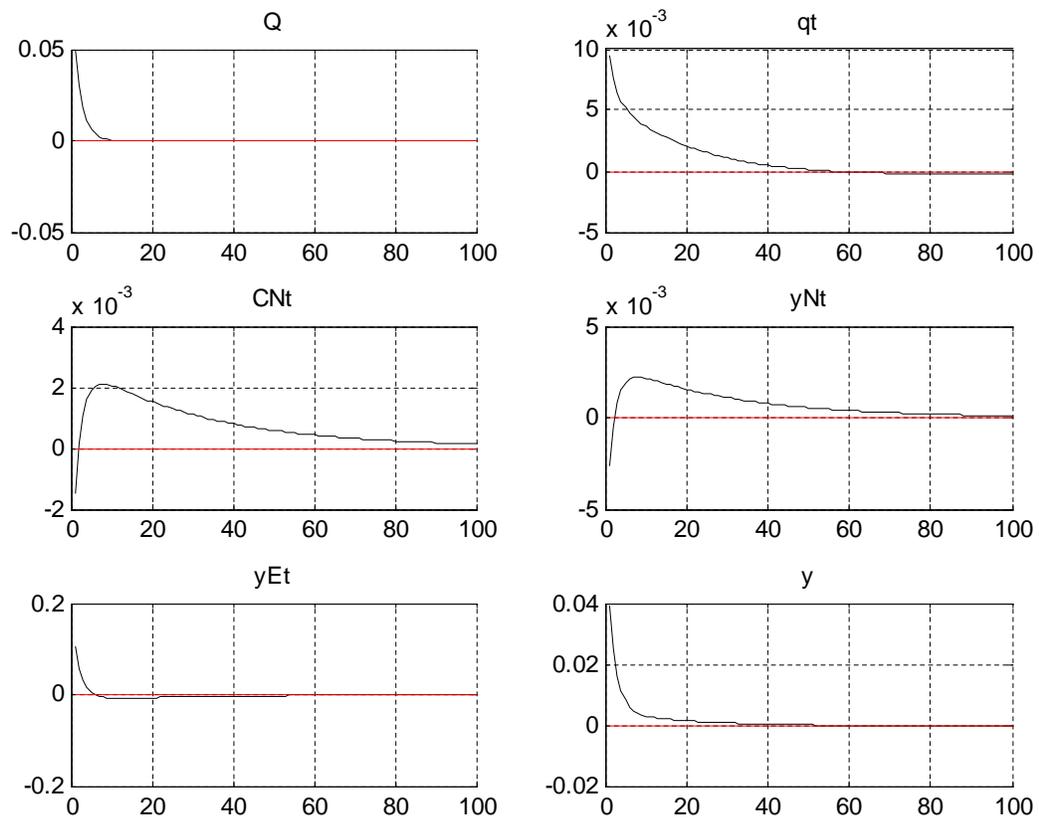
Luego de los ejercicios de impulso respuesta, el siguiente paso fue determinar si el modelo podía explicar el comportamiento del tipo de cambio real y de algunos hechos estilizados que se observan en la economía guatemalteca. Para ello se analizó en qué medida el modelo explica la apreciación del tipo de cambio real observada en Guatemala en el período 2001 - 2007 y el comportamiento de ciertos cocientes importantes en la economía guatemalteca, considerando los siguientes:

- Consumo/pib.
- Exportaciones/pib.
- Importaciones/pib.
- Inversión/pib.

Se realizaron tres ejercicios de simulación. El primero de ellos fue alimentar el modelo con la serie de términos de intercambio que se construyó para Guatemala, en la cual se observa que los términos de intercambio ayudan a explicar un 2.2 % de la apreciación del tipo de cambio real en Guatemala. El segundo ejercicio fue la alimentación del modelo con la serie de la razón de remesas a pib; en dicho ejercicio se determinó que el flujo de remesas explica el 10.8 % de la apreciación del tipo de cambio real en Guatemala. Finalmente, se alimentó el modelo con ambas series, términos de intercambio y la razón de remesas/pib, y se observó que en conjunto, producen una apreciación del tipo de cambio real del 13 %, lo cual se aproxima mejor a la apreciación observada del tipo de cambio real en Guatemala (20 %), tal como se explica en el apéndice A.

5.1. Impulso Respuesta: Shock transitorio a los Términos de Intercambio (Q_t)

Primero se realizó el ejercicio de aplicar un shock transitorio a los términos de intercambio, de una desviación estándar, para evaluar cómo se comportan las principales variables económicas en el del modelo, poniendo mayor énfasis en la reacción del tipo de cambio real. Un análisis más detallado del presente experimento se encuentra en el apéndice C.



Los valores en el eje "x" representan trimestres, en el eje "y" desv. log. de las variables de su estado estacionario.

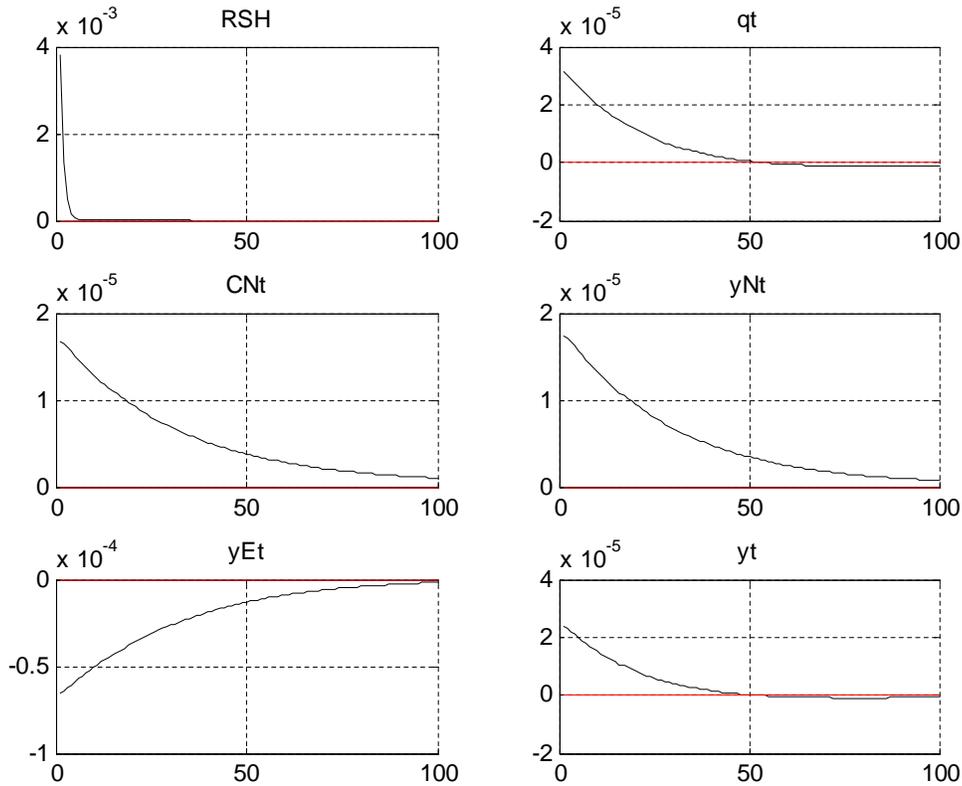
Gráfica No. 4

Como se observa en la gráfica No.4, un shock positivo a los términos de intercambio produce una apreciación del 1% en el tipo de cambio real. El consumo no transable,

(que en la economía del modelo es el único consumo) se reduce en aproximadamente un 0.2%, lo cual es explicado por el efecto de sustitución intertemporal que se genera, puesto que las familias aprovechan las mejores condiciones de un mayor precio relativo en el bien exportado, por la mejora en los términos de intercambio, deciden transitoriamente consumir menos y exportar y ahorrar más. Es decir, ante el mejoramiento en los términos de intercambio (del 5%) se produce un incremento mucho mayor (de aproximadamente 10%) en la producción del bien exportado. Por otro lado, la producción del bien no transable disminuye aproximadamente un 0.25%; sumando dichos efectos, la producción total en términos del bien importado, aumenta en aproximadamente 4.5%. La producción real también aumenta.

5.2. Impulso Respuesta: Shock transitorio al cociente remesas/pib (RSH_t)

El segundo ejercicio, fue aplicar un shock transitorio al cociente remesas/pib, de una desviación estándar, para evaluar el comportamiento dentro del modelo de las principales variables económicas, de nuevo, con especial énfasis en el tipo de cambio real. Un análisis más detallado de los resultados del presente experimento se encuentra en el apéndice C.



Los valores en el eje "x" representan trimestres, en el eje "y" desv. log. de las variables de su estado estacionario

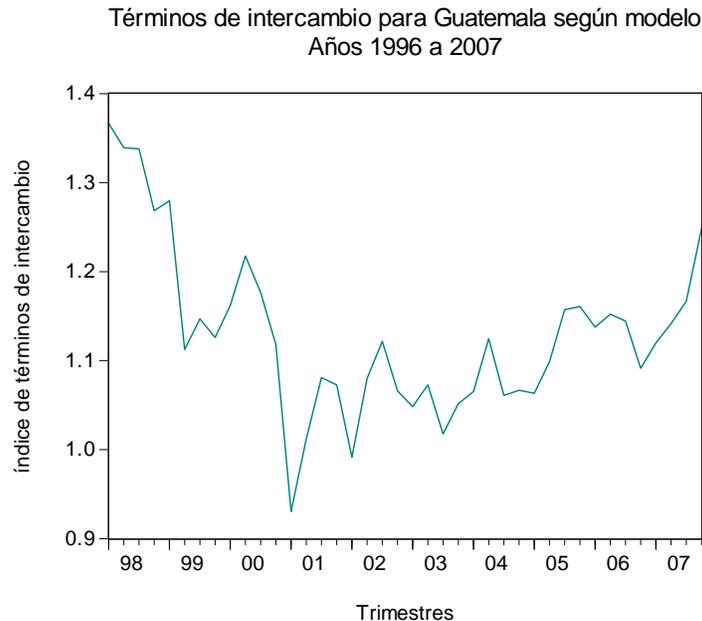
Gráfica No. 5

Como se observa en la gráfica No 5, ante un shock transitorio positivo al cociente remesas/pib de una desviación estándar (de magnitud 0.38 %), se observa una apreciación en el tipo de cambio real mucho menor, aproximadamente 0.0035 %. Debido a que las familias reciben un transferencia de recursos del exterior a través de las remesas, aumentan el consumo del bien no transable, aproximadamente un 0.0016 %. Debido a que para consumir más del bien no transable deben producirlo, aumenta la producción en el sector no transable, aproximadamente un 0.0021 % mientras que se reduce la producción del bien exportado en 0.0061 %. La reducción del bien exportado puede ser explicada por el hecho de que dicho bien únicamente es producido para poder obtener los ingresos necesarios para poder comprar el bien importado, pero dada la riqueza adicional, las familias pueden adquirir mayor cantidad del bien importado produciendo menos del bien exportado. Finalmente, la producción total de la economía en términos del bien importado aumenta en aproximadamente 0.0025 %, sin embargo, la producción real cae (ver apéndice C), dado que en este caso la reducción en la

producción del bien exportado es mayor que el aumento en la producción del bien no transable (valuados ambos a los precios relativos del período inicial)

5.3. Simulación: Alimentando el modelo con la serie histórica de los términos de intercambio (Q_t)

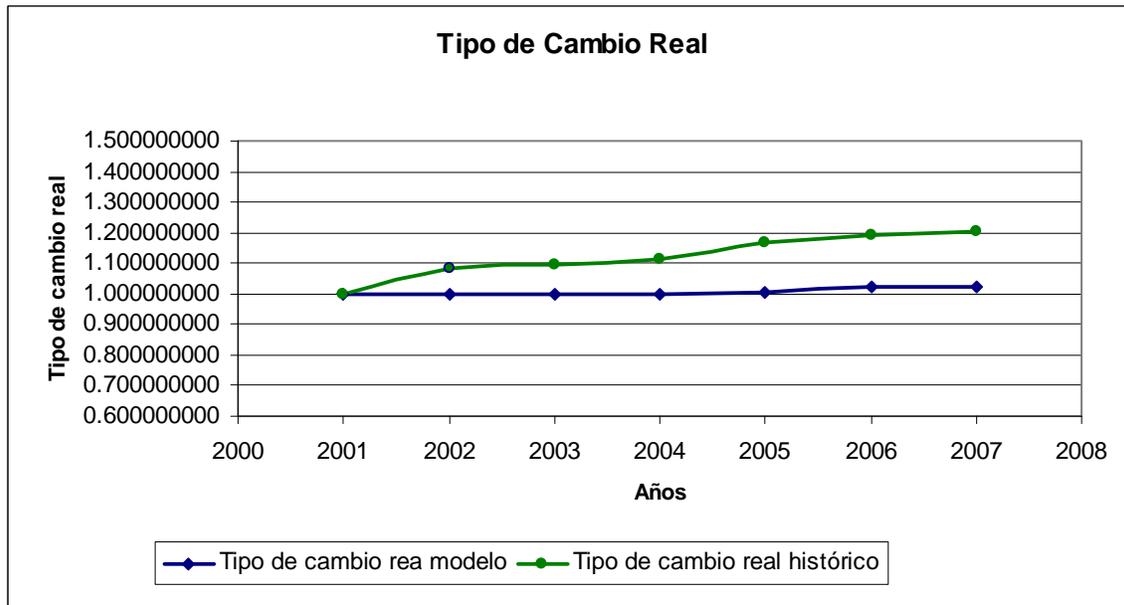
Los términos de intercambio en Guatemala han experimentado un mejoramiento a partir del año 2001, período en el cual también se ha registrado una apreciación del tipo de cambio real. Por esta razón es conveniente investigar si los términos de intercambio ayudan a explicar parte del comportamiento observado en el tipo de cambio real a partir de ese período.



Gráfica No. 6

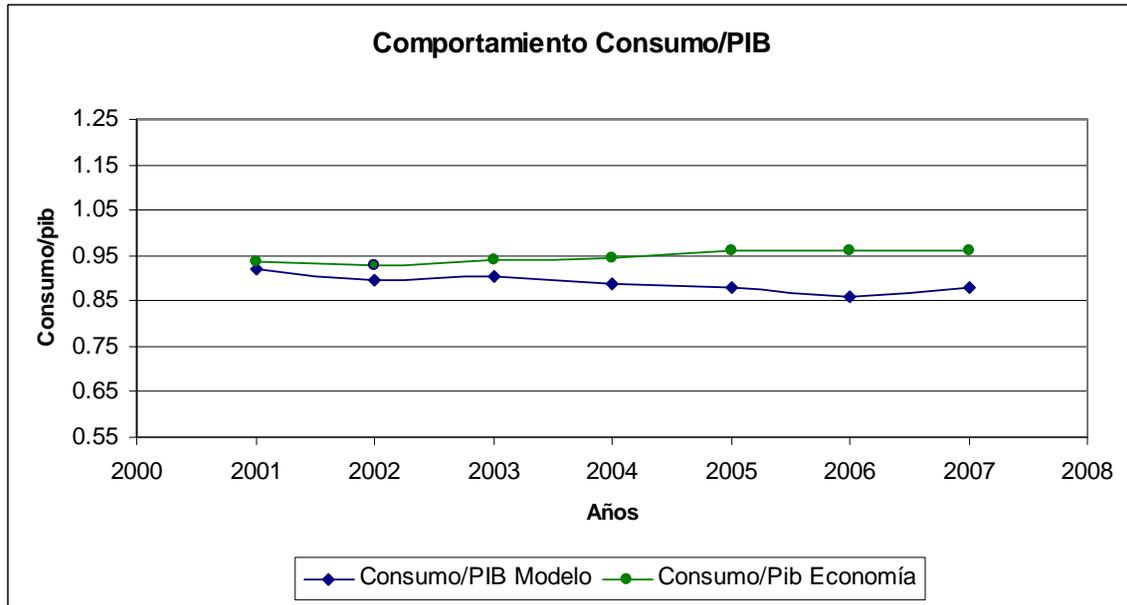
Para determinar en qué medida los términos de intercambio contribuyen a explicar la apreciación observada en el tipo de cambio real, así como algunos cocientes importantes de la economía guatemalteca, se procedió a alimentar el modelo con la serie histórica de términos de intercambio construida de la forma como se explica en el apéndice A,

para el período 2001 a 2007. Los resultados obtenidos determinan que los términos de intercambio explican sólo una apreciación real del 2.2 % en ese período de tiempo en Guatemala, como se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica No. 7

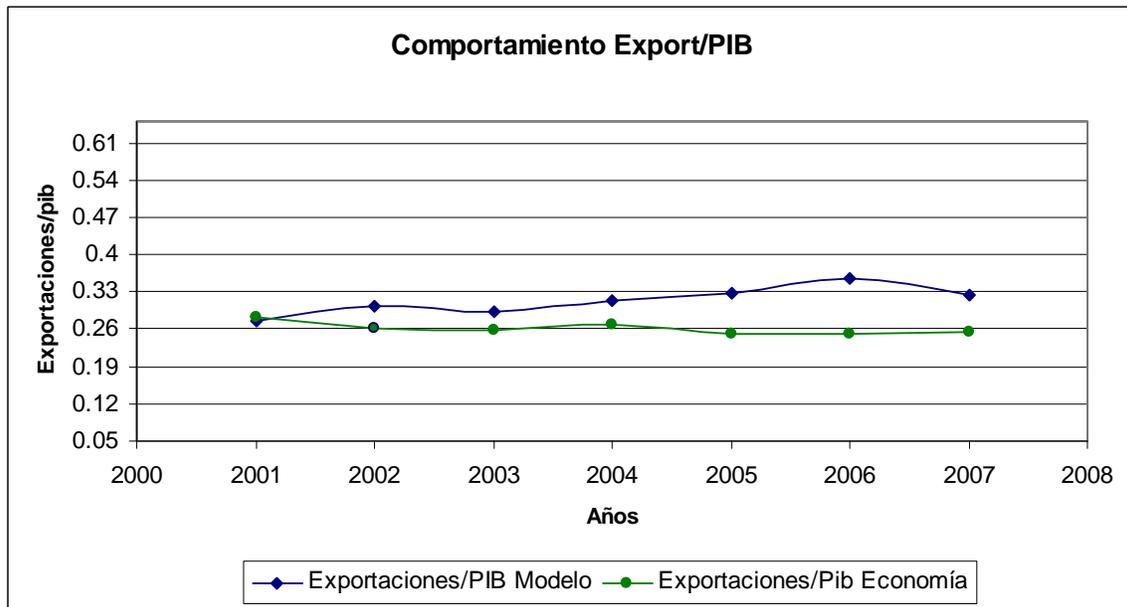
Seguidamente se analizó el comportamiento del cociente consumo/pib de la economía respecto al cociente equivalente que se obtiene del modelo alimentado con la serie observada de los términos de intercambio. Se puede apreciar en la gráfica No. 8 que, mientras el cociente consumo/pib de la economía tiene un comportamiento creciente en el período de tiempo evaluado, el cociente consumo/pib que genera el modelo tiene un comportamiento decreciente, lo cual es compatible con los resultados observados en el ejercicio de impulso respuesta de los términos de intercambio, en el cual se vio que las familias, ante una mejora de los términos de intercambio, generado por un mayor precio relativo del bien exportado, disminuían inicialmente su consumo del bien no transable para redistribuir sus recursos al sector exportador.



Gráfica No.8

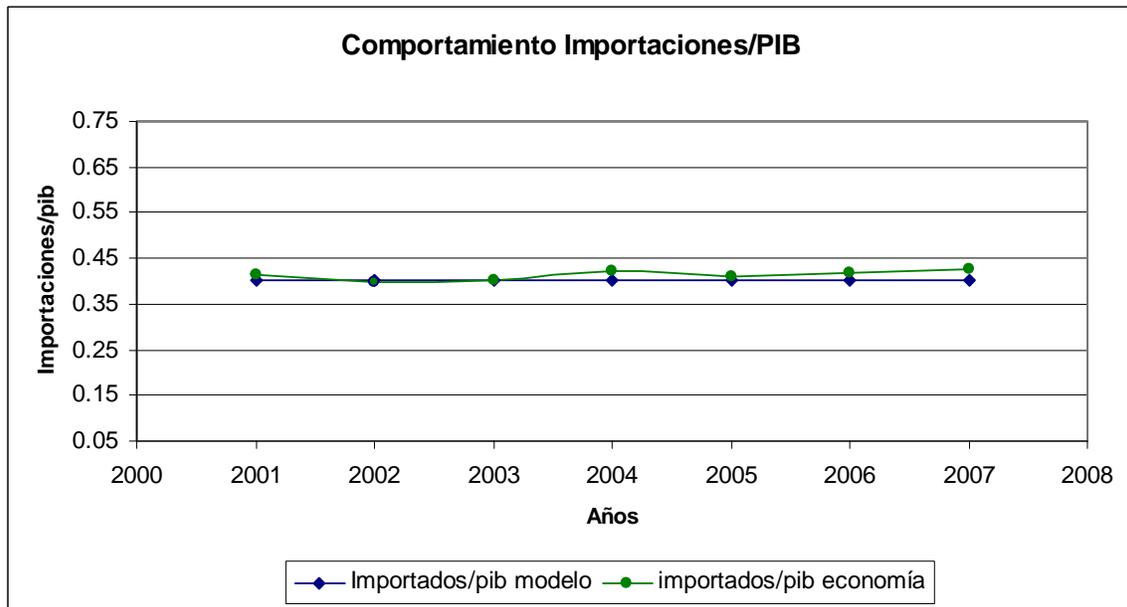
En lo que respecta al cociente exportaciones/pib, se puede apreciar en la gráfica No. 9 que su comportamiento del cociente exportaciones/pib observado en Guatemala es bastante estable, mientras que el cociente de producción de exportados/pib (a precios corrientes) del modelo tiene una tendencia creciente. Dicha tendencia también concuerda con los resultados obtenidos en la función impulso respuesta ante un shock positivo a los términos de intercambio. Debido a que se tiene un mejor precio relativo del bien exportado, las familias redistribuyen sus recursos para aprovechar el mayor precio relativo e incrementan la producción del bien exportado. Esto es equivalente a decir que, en ausencia de otros shocks, el comportamiento observado de los términos de intercambio produciría un efecto sustitución, el cual favorece la producción de bienes para la exportación³.

³Se sustituye intertemporalmente, sacrificando consumo presente a cambio de mayor consumo futuro, y se sustituye intratemporalmente, utilizando mayor cantidad de insumo importado en los procesos productivos.



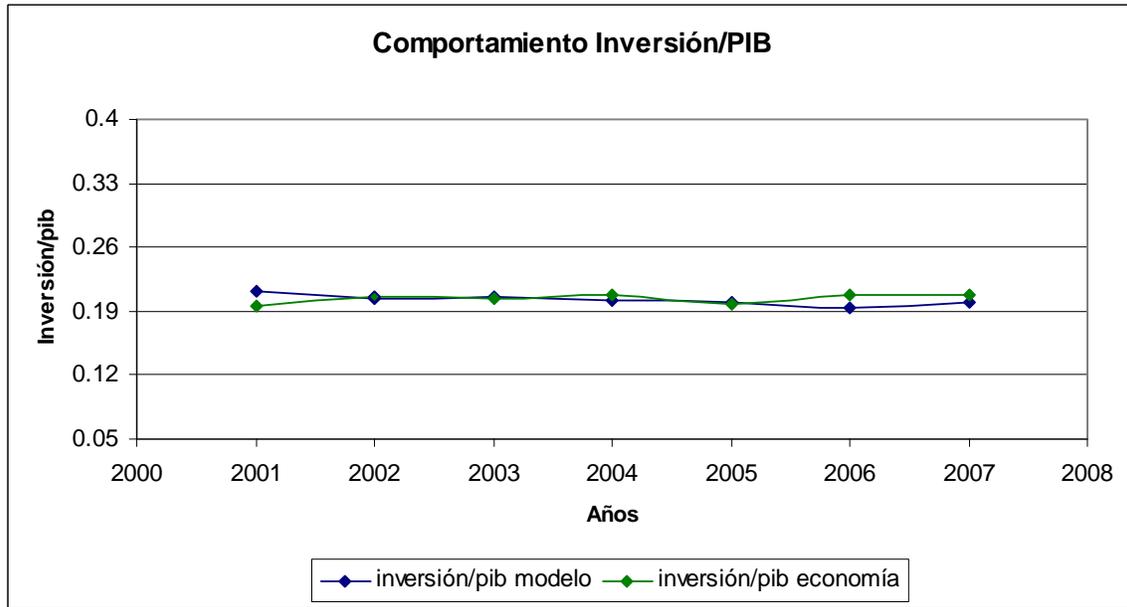
Gráfica No. 9

Con respecto al cociente importaciones/pib, se puede apreciar en la gráfica No. 10 que ambos cocientes (importaciones/pib de la economía e importaciones/pib del modelo) son bastante estables y comueven en la misma dirección, aunque el cociente importaciones/pib de la economía ha crecido un poco más de lo que crece en el modelo.



Gráfica No. 10

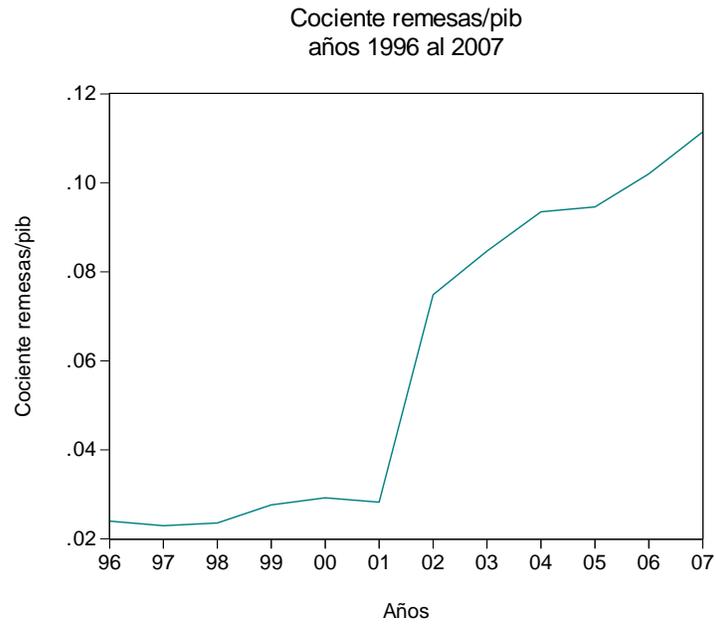
Por último, como se aprecia en la gráfica No. 11, el cociente inversión/pib de la economía tiene una mínima tendencia creciente, mientras que la inversión/pib del modelo tiene una tendencia decreciente. El comportamiento de la inversión/pib en el modelo es compatible con lo observado en el ejercicio de impulso respuesta, el cual se presenta en el apéndice C. Ante un mejoramiento de los términos de intercambio, dado que las importaciones se han abaratado en términos relativos, resulta óptimo producir utilizando una mayor cantidad de importaciones que aumentar el stock de capital, lo cual es costoso.



Gráfica No. 11

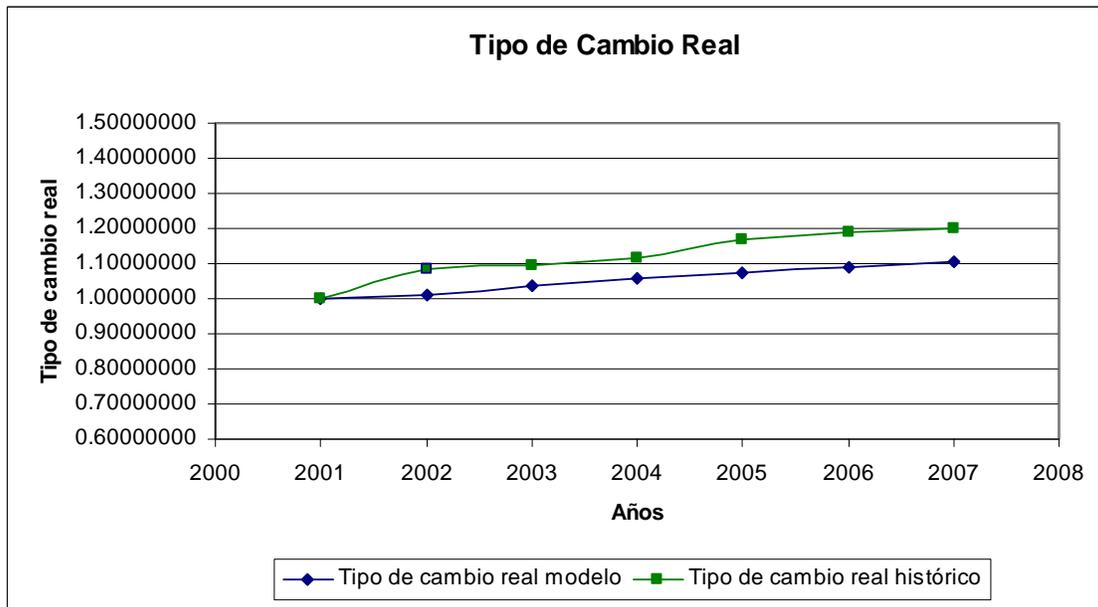
5.4. Simulación: Alimentando el modelo con la serie observada del cociente remesas/pib (RSH_t)

Según el modelo, los términos de intercambio históricos sólo causan una apreciación del 2.2% en el tipo de cambio real en la economía guatemalteca. El flujo de remesas familiares ha tenido un crecimiento sostenido a partir del año 2001, que coincide con el período en que se ha apreciado el tipo de cambio real en Guatemala. Por lo cual, se considera como otro determinante del tipo de cambio real en Guatemala. Catalán (2007) hizo un estudio del impacto de las remesas y concluyó que las remesas familiares han explicado parte del comportamiento del tipo de cambio real en Guatemala. Por esta razón, se considera el cociente remesas/pib en el modelo. El comportamiento de dicho cociente se presenta a continuación:



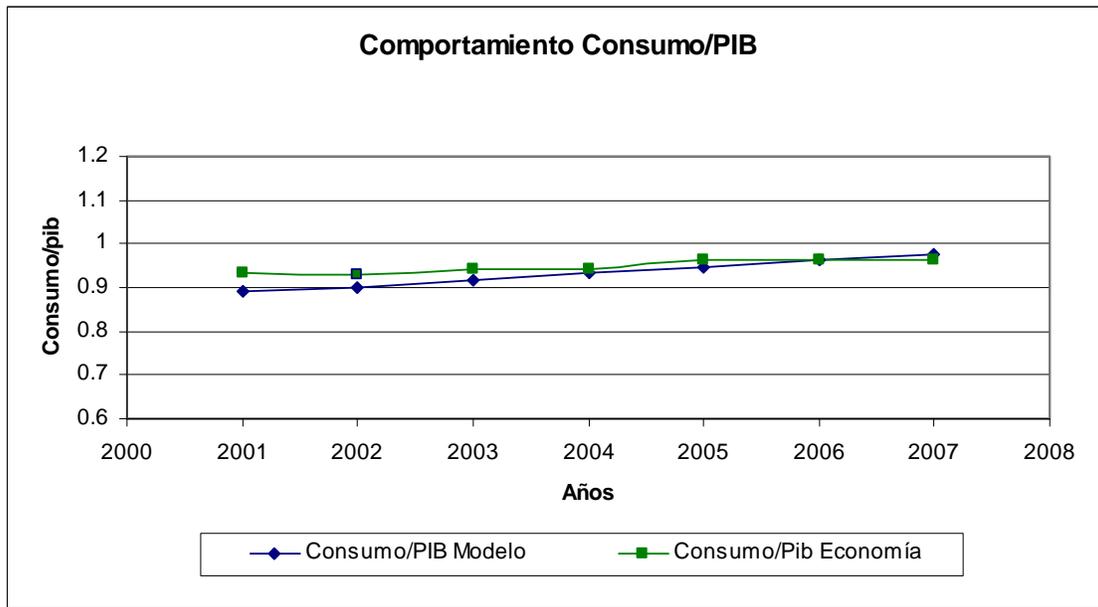
Gráfica No. 12

Debido a lo anterior, se alimentó el modelo con el cociente remesas/pib observado en la economía guatemalteca para determinar en que medida éste contribuye a explicar el comportamiento del tipo de cambio real y algunos cocientes importantes de la economía guatemalteca durante el período 2001 - 2007. Como resultado de lo anterior, se pudo observar que el cociente remesas/pib explica una apreciación real del 10.8% en la economía guatemalteca, lo cual se observa en la gráfica No.13:



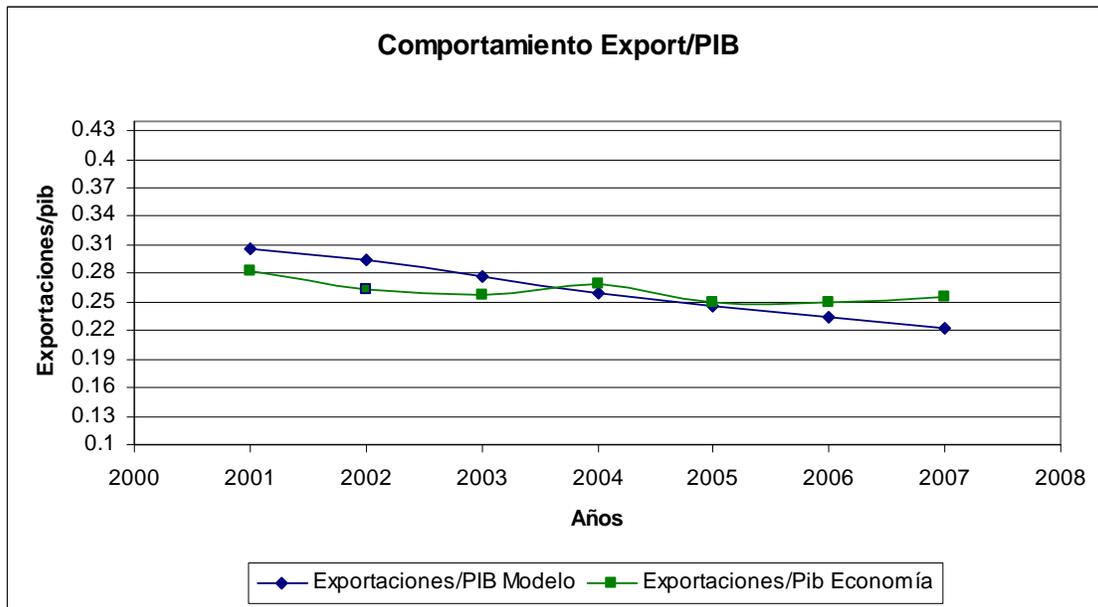
Gráfica No. 13

Seguidamente se analizó el comportamiento del cociente consumo/pib. Como se puede apreciar en la gráfica No. 14, el cociente de la economía tiene una tendencia creciente al igual que el cociente correspondiente del modelo. El hecho de que el cociente consumo/pib tenga tendencia creciente en el período en estudio concuerda con los resultados obtenidos en el experimento de impulso respuesta ante un shock transitorio en las remesas observado anteriormente, puesto que las familias, al obtener el ingreso extra proveniente de las remesas, lo utilizan para aumentar el consumo del bien no transable, el cual es el único bien en la economía que les genera utilidad.



Gráfica No. 14

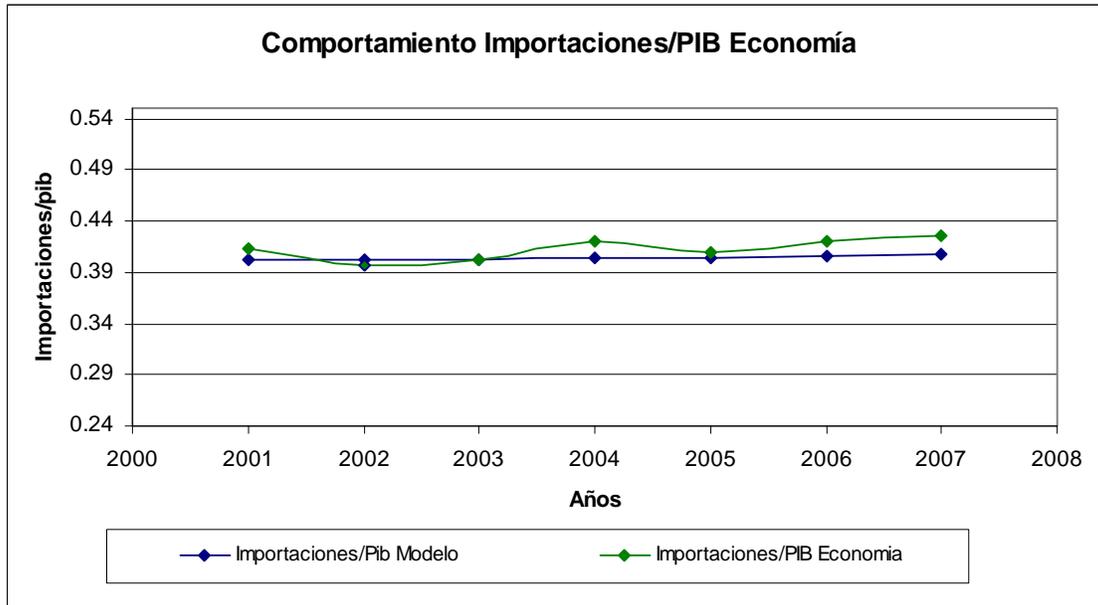
En lo que respecta al cociente exportaciones/pib, se puede apreciar en la gráfica No. 15 que existe un comportamiento decreciente en el modelo en el cociente producción exportados/pib, lo cual es explicado por el hecho de que el bien exportado dentro del modelo sólo es utilizado para comprar el bien importado, necesario para la producción de ambos bienes; pero en este caso, los recursos adicionales obtenidos por las familias mediante las remesas les permiten adquirir el bien importado, por lo cual se reduce la importancia en la producción del bien exportado en la economía del modelo, lo cual explica la tendencia decreciente observada en el modelo de dicho cociente. En lo que respecta al cociente de exportaciones/pib observado para la economía guatemalteca, resulta interesante observar que a pesar de la firma de tratados de libre comercio, y de un plan de desarrollo orientado hacia el comercio internacional, la cantidad de exportaciones respecto del Pib se ha reducido. Es interesante también observar que el modelo replica este hecho.



Gráfica No. 15

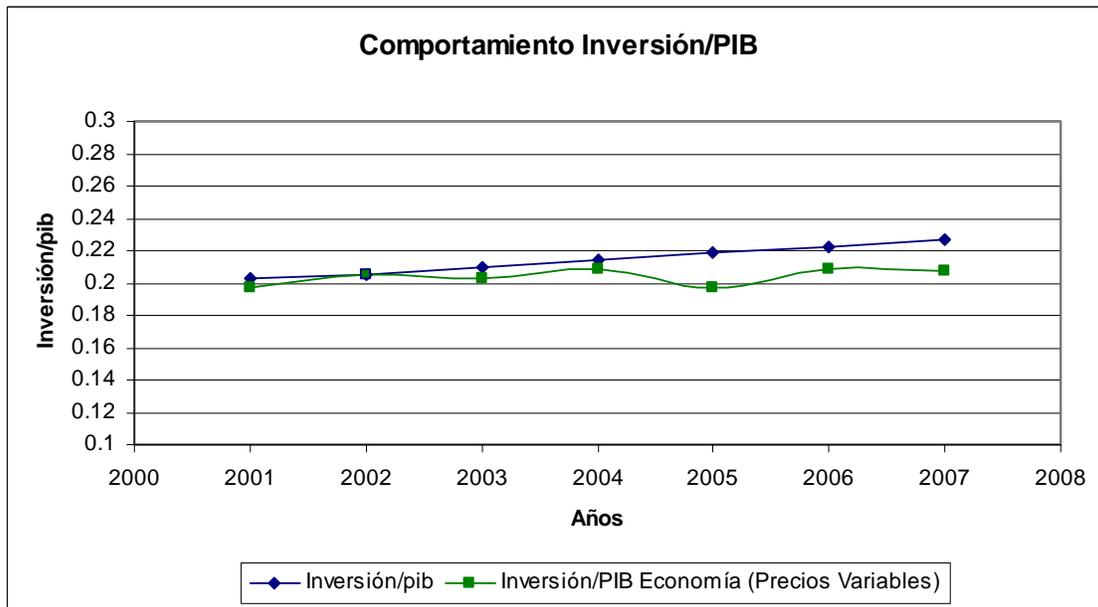
El cociente importaciones/pib, tanto de la economía como del modelo, como se aprecia en la gráfica No. 16, comueven en la misma dirección y se puede apreciar una leve tendencia creciente en el cociente importaciones/pib del modelo. Es interesante notar que, a pesar de los shocks que se han introducido en el modelo, este cociente se ha mantenido estable en la economía artificial.⁴

⁴Esto puede deberse al hecho de que, al aumentar el flujo de remesas, no sólo aumentan las importaciones sino también el pib medido a precios corrientes.



Gráfica No. 16

Por último, se puede apreciar en la gráfica No 17 que el cociente inversión/pib del modelo tiene una tendencia creciente, mayor que la tendencia del cociente inversión/pib de la economía. El hecho de que el cociente inversión/pib del modelo aumente es debido a que al haber un mayor ingreso disponible generado por las remesas para las familias, éstas pueden invertir más en el sector no transable, dada su mayor riqueza, para consumir más de dicho bien.



Gráfica No. 17

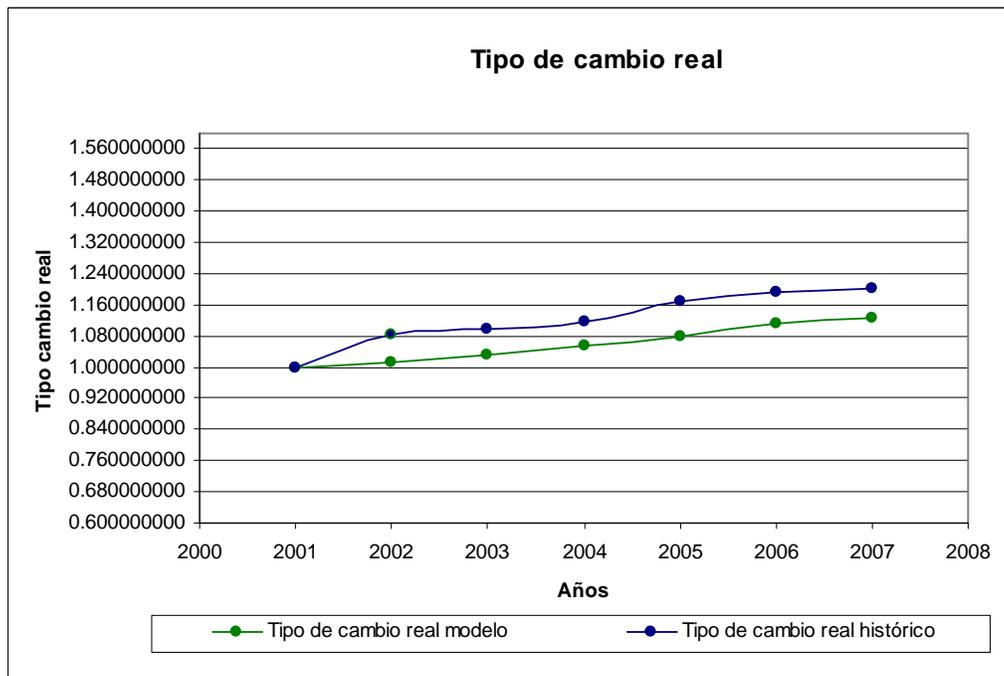
5.5. Simulación: Alimentando el modelo con la serie observada de los términos de intercambio (Q_t) y el cociente remesas/pib (RSH_t)

Al alimentar el modelo con los datos observados de los términos de intercambio y del cociente remesas/pib por separado, resulta interesante observar que los cocientes de consumo/pib, exportaciones/pib e inversión/pib, presentan reacciones contrarias en cada caso. Por ejemplo, al alimentar el modelo con los términos de intercambio, el cociente consumo/pib muestra una tendencia hacia la baja, reflejando la operación de un efecto sustitución. Por el contrario, cuando se alimenta el modelo con el cociente remesas/pib, este mismo cociente (consumo/pib), muestra una tendencia al alza reflejando la dominancia de un efecto ingreso. Se determinó que las series históricas de términos de intercambio y del cociente remesas/pib a la apreciación del tipo de cambio real del 2.2% y del 10.8%, respectivamente, en el período analizado.

Debido a lo anterior, y dado que tanto el cociente remesas/pib como los términos de intercambio se observan simultáneamente, se realizó el ejercicio de alimentar el modelo conjuntamente con las series históricas de los términos de intercambio y de las remesas, para poder capturar de forma simultánea los efectos de éstos, sobre el tipo

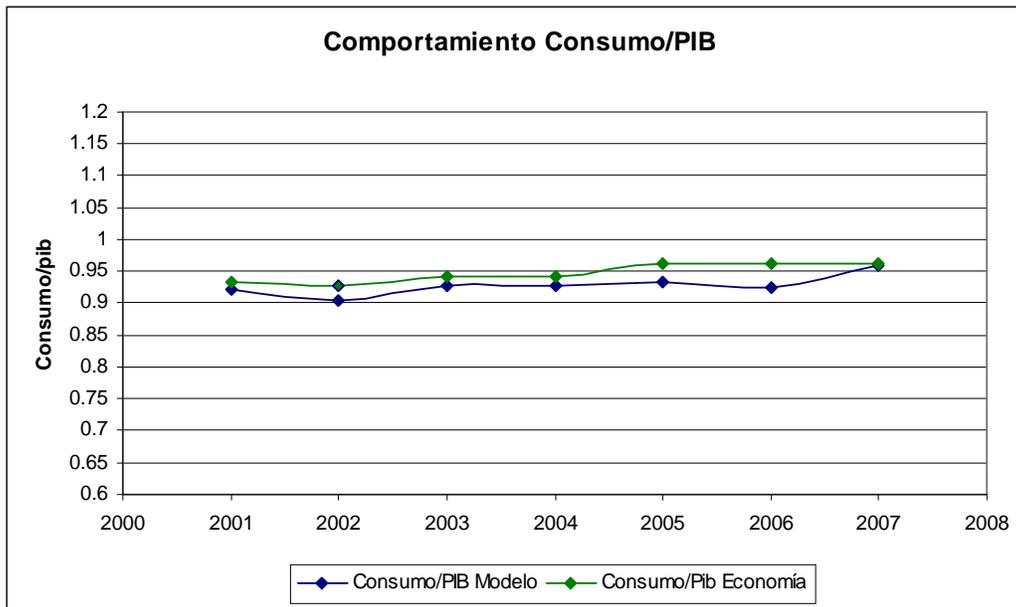
de cambio real. Los resultados obtenidos son cuantitativamente y cualitativamente mejores que aquellos obtenidos en los dos ejercicios individuales presentados anteriormente.

Principiando con el tipo de cambio real, se puede observar que el efecto combinado de los términos de intercambio y las remesas genera una apreciación del 13% sobre el tipo de cambio real de equilibrio, una apreciación mayor (más cercana a la apreciación observada) que la obtenida alimentando el modelo sólo con términos de intercambio o sólo con el cociente remesas-pib, como se observan en la gráfica No. 18



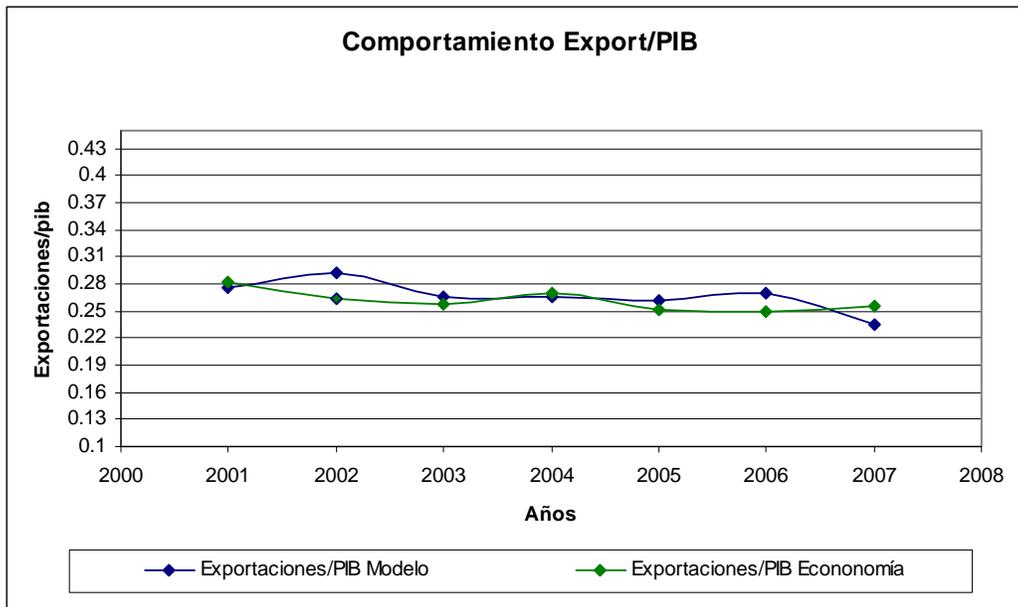
Gráfica No. 18

Como se observa en la gráfica No. 19, el comportamiento cualitativo y cuantitativo del cociente consumo/pib del modelo, mejora, puesto que tanto la dinámica como el nivel son muy similares a aquéllas del cociente consumo/pib observado en la economía guatemalteca. En forma individual, al alimentarlo con los términos de intercambio, se podía observar que el comportamiento del cociente era decreciente; mientras que con sólo la razón remesas/pib, se veía un comportamiento creciente. Al unir ambos efectos, el modelo replica muy bien el comportamiento observado en la economía guatemalteca de dicho cociente



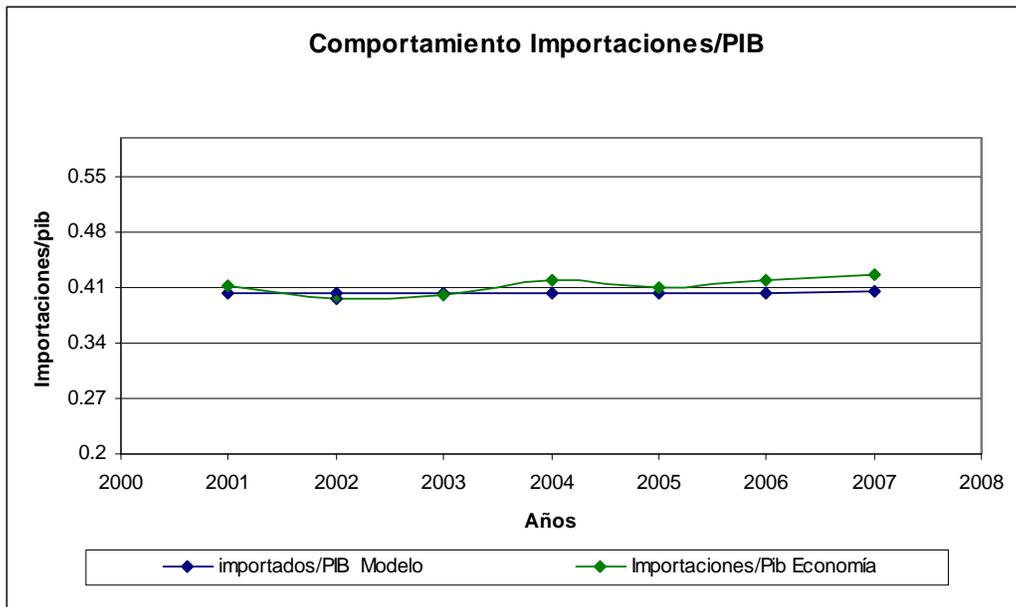
Gráfica No. 19

Se puede notar en la gráfica No. 20, respecto al comportamiento del cociente exportaciones/pib del modelo alimentado con los efectos de términos de intercambio y del cociente remesas/pib, que éste también mejora respecto a lo que se observaba analizando dicho cociente en los ejercicios individuales anteriores. Mientras que alimentando el modelo sólo con términos de intercambio se generaba un crecimiento sostenido en las exportaciones/pib, alimentando el modelo solo con el ratio remesas/pib ocurría lo contrario, es decir, se generaba un comportamiento decreciente sostenido en dicho cociente. El ratio exportaciones/pib ha sido muy estable en la economía, alrededor del 27 % para el período 2001 - 2007. Los resultados del modelo son muy similares en la economía guatemalteca.



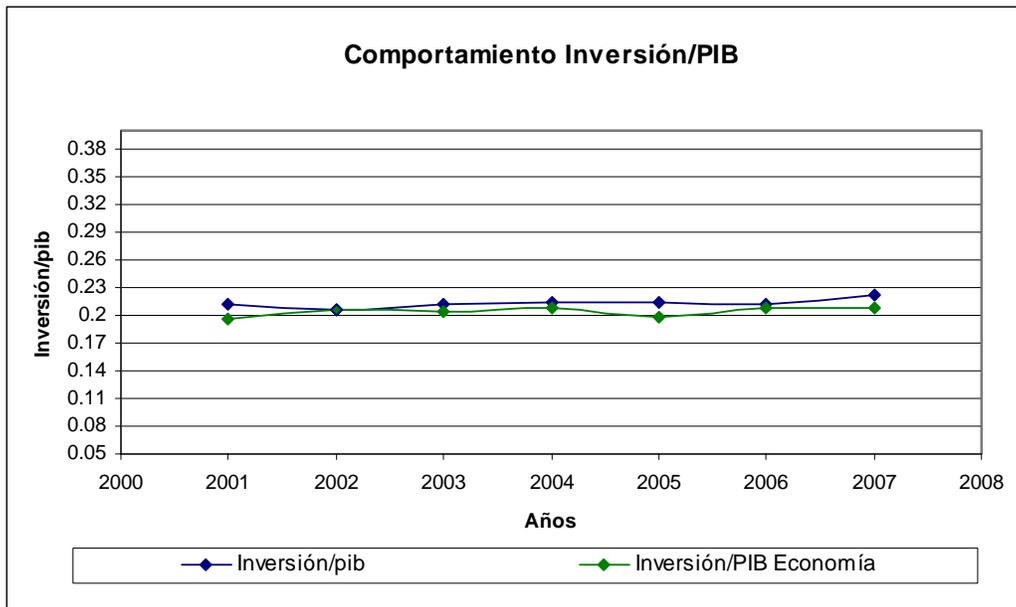
Gráfica No. 20

El cociente importaciones/pib, mejora levemente puesto que en forma individual se había observado éste era muy estable en el modelo al igual que el observado en los datos de Guatemala De hecho, se mantiene cercano al 41 % del Pib, tal como se observa en la gráfica No. 21.



Gráfica No. 21

Por último, como se observa en la gráfica No. 22, el cociente de inversión/pib también mejora al unir ambos efectos, puesto que captura mucho mejor el comportamiento del cociente inversión/pib de la economía guatemalteca. Mientras que alimentando el modelo sólo con términos de intercambio, dicho cociente presentaba un comportamiento decreciente sostenido, alimentando el modelo con el cociente remesas/pib presentaba un comportamiento creciente sostenido mucho mayor que el observado en la economía guatemalteca. Al alimentar el modelo con ambas variables, se puede replicar mejor el comportamiento observado en la economía guatemalteca. En este caso (al igual que con las importaciones), se observa que dicho cociente dentro del modelo es ligeramente menos volátil que su contraparte observada en la economía guatemalteca.



Gráfica No. 22

6. Conclusiones Finales

En Guatemala, utilizando la definición de tipo de cambio real basada en Harberger (2004), se ha observado una apreciación del 20% en el tipo de cambio real del año 2001 al 2007. Según los resultados del modelo, los términos de intercambio explican una apreciación real del 2.2%, mientras que el cociente remesas/pib explica el 10.8%. Al considerar el efecto combinado de ambas variables dentro del modelo, términos de intercambio y cociente remesas/pib, se puede explicar una apreciación del 13% en el tipo de cambio real en Guatemala.

El modelo empleado en el presente documento es relativamente pequeño; a pesar de ello, pudo replicar bastante bien los ratios consumo/pib, inversión/pib, exportaciones/pib e importaciones/pib para la economía guatemalteca, lo cual refleja que la metodología de calibración empleada en el modelo replica bien algunas regularidades de la economía guatemalteca.

Es importante señalar que la medición de la actividad económica en Guatemala ha sufrido un cambio importante en años recientes; específicamente, las cuentas nacionales han experimentado, por un lado, un cambio de año base, el cual pasó

de 1958 a 2001, y, por otro lado, un cambio metodológico en su marco compilatorio, dado que se implementó el sistema de cuentas nacionales SCN93. Por estos cambios, y otros problemas de disponibilidad, sólo se cuenta con una serie corta (2001 - 2007) para la actividad real, lo cual dificulta la calibración⁵ Sin embargo, la estructura del modelo permite llevar a cabo una calibración razonable, a pesar de las limitantes de información estadística, lo cual a su vez, permite que los resultados del modelo repliquen con éxito ciertas regularidades de la economía guatemalteca en las dimensiones incluidas en el modelo.

A. Apéndice: Hechos Estilizados

Los términos de intercambio son uno de los determinantes del tipo de cambio real según Neary (1988). En este apéndice se trata de determinar el comportamiento histórico de dichas variables en Guatemala. Para realizar el estudio, se considera como período de evaluación los años 1998 a 2007, utilizando las estadísticas económicas del Banco de Guatemala así como información obtenida de la página de internet de Bureau of Labor Statistics y de U.S. Department of Commerce (Bureau of Economic Analysis).

A.1. Términos de Intercambio

Los términos de intercambio son uno de los determinantes del tipo de cambio real y por ello el análisis de su comportamiento es de mucha importancia en el modelo que se presenta. Se procedió a construir la serie de términos de intercambio para Guatemala debido a que no se tiene una estimación oficial de los mismos. Se consideraron para tal efecto, índices de precios de exportaciones y de importaciones.

Para la construcción del índice de precios de exportaciones se utilizaron datos trimestrales de las estadísticas económicas del Banco de Guatemala del período 1998 - 2007, utilizando una muestra de los 12 principales productos de exportación para Guatemala, siendo los 5 más importantes: azúcar, café, petróleo, cardamomo, banano; y siendo los restantes 7 productos: vestuario, frutas, productos alimenticios, productos químicos, verduras y legumbres, artículos plásticos y materiales de construcción. Se utilizó como año base 2001.

⁵Si bien pueden hacerse empalmes estadísticos para unir las series de cuentas nacionales de base 1958 con las series de base 2001, las diferencias metodológicas entre unas series y otras dificultan la interpretación de las series empalmadas.

Para el diseño del índice de precios de exportaciones se utilizaron dos metodologías: paasche de base fija y laspeyres de base fija. Las fórmulas empleadas para la construcción de estos índices son las siguientes:

$$IPL_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=1}^n p_{i0} \cdot q_{i0}} \quad (35)$$

$$IPP_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} \cdot q_{it}}{\sum_{i=1}^n p_{i0} \cdot q_{it}} \quad (36)$$

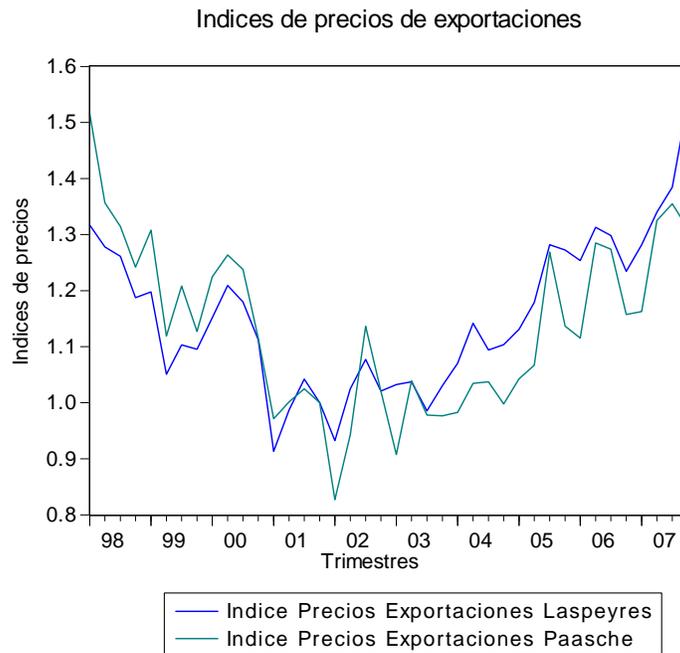
Donde se tiene que:

IPL_t = Índice de Precios Laspeyres

IPP_t = Índice de Precios Paasche

n = Número de productos a considerar en la construcción del índice.

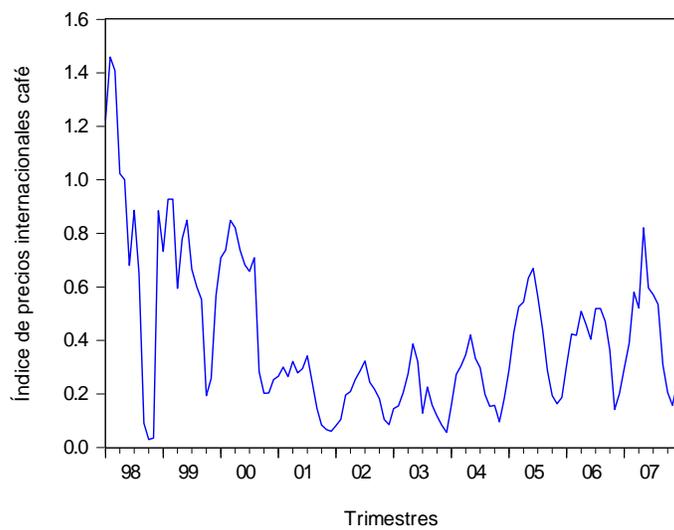
Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente gráfica:



Gráfica No. 23

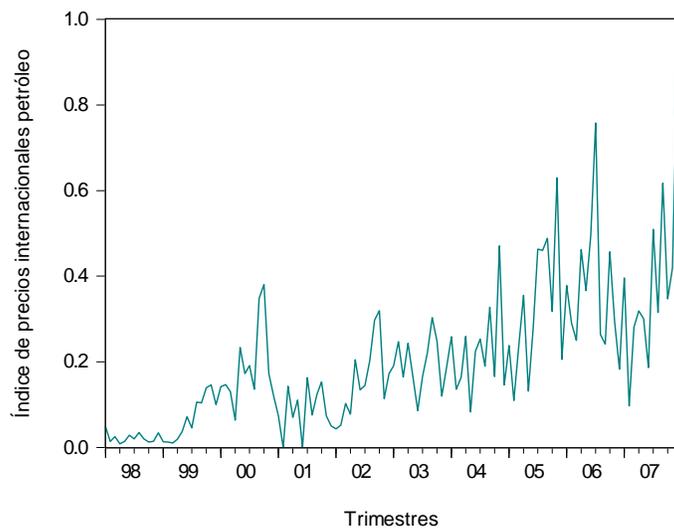
Como se puede apreciar, en ambos índices existe una recuperación de los precios de las exportaciones guatemaltecas a partir del año 2001, lo cual puede explicarse principalmente por el incremento de los precios en el café y del petróleo a partir de ese año, como se observa en las siguientes gráficas:

Índice de precios internacionales del café



Gráfica No. 24

Índice de precios internacionales del petróleo

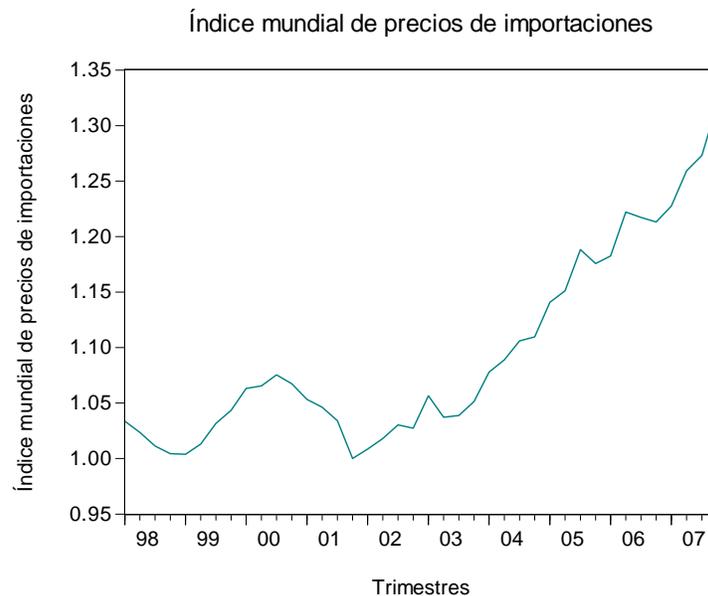


Gráfica No. 25

Puesto que el objetivo del modelo es evaluar el comportamiento del índice a través del tiempo, se optó por utilizar el índice compuesto de base fija Laspeyres en la construcción del índice de precios de exportaciones.

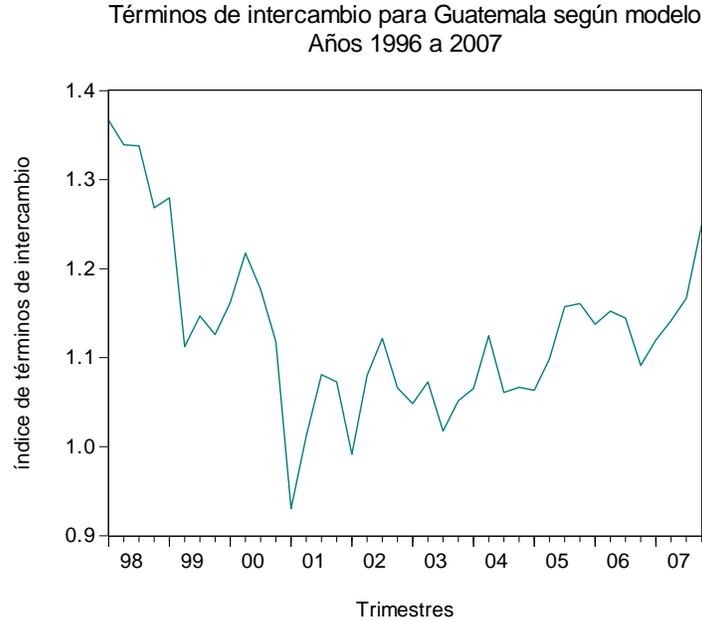
Por construcción, los términos de intercambio en el modelo están definidos como: $Q_t = \frac{P_t^E}{P_t^I}$. Puesto que se utilizó la definición de Harberger (2004) para el tipo de cambio real, el índice de precios de importaciones es un índice mundial de precios. Para efectos del modelo se utilizó como un aproximado del índice mundial de precios un índice ponderado de las exportaciones e importaciones de los Estados Unidos de América.

Se utilizaron los índices de precios de importaciones y exportaciones trimestrales de Estados Unidos de América tomados de la página de internet de Bureau of Labor Statistics para el periodo 1998 a 2007 y luego se ponderon tomando en cuenta el valor que representan las importaciones dentro del total de exportaciones e importaciones y de igual forma para las exportaciones. Para la ponderación de las importaciones y exportaciones se utilizaron los datos trimestrales para el período 1998 a 2007 tomados de la página de internet de U.S. Department of Commerce (Bureau of Economics Analysis). El comportamiento del índice mundial de precios construido de la forma anteriormente descrita se puede apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica No. 26

Utilizando el índice de precios de exportaciones construido con datos de Guatemala y el índice mundial de precios utilizando los índices de precios de exportaciones e importaciones para Estados Unidos, se procedió a calcular los términos de intercambio para Guatemala para el período 1998 a 2007 en forma trimestral como se presentan a continuación:

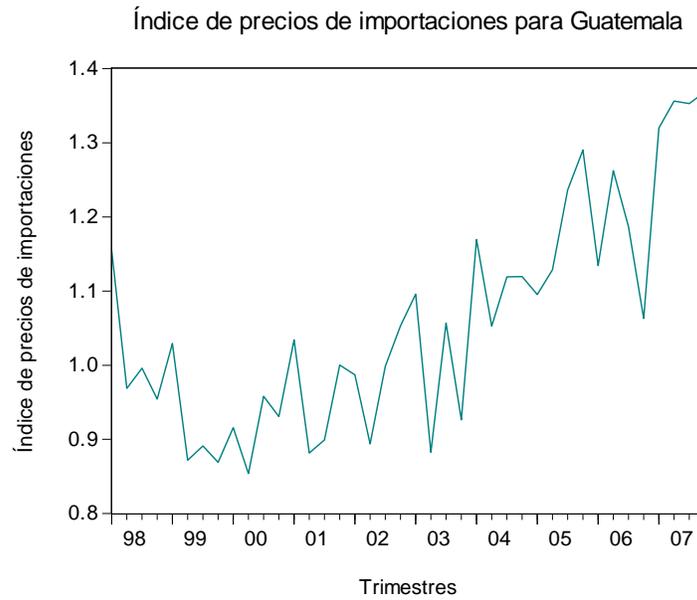


Gráfica No. 27

Se puede apreciar que en los términos de intercambio construidos para Guatemala se observa un deterioro de los mismos de 1998 hasta 2001 y luego se observa un mejoramiento de los mismos a partir de 2002 a la fecha. Dicho mejoramiento es coincidente con lo expresado en la edición de abril de 2008 del World Economic Outlook, donde se expresa que los términos de intercambio en Latinoamérica han mejorado a partir del año 2000, debido al mejoramiento en los precios de los principales commodities. Para el caso de Guatemala el mejoramiento en los precios internacionales del café y del petróleo ha producido una recuperación en los términos de intercambio a partir del año 2002.

Seguidamente para verificar la robustez de la serie de los términos de intercambio se procedió a calcular el índice de precios de importaciones utilizando datos de las

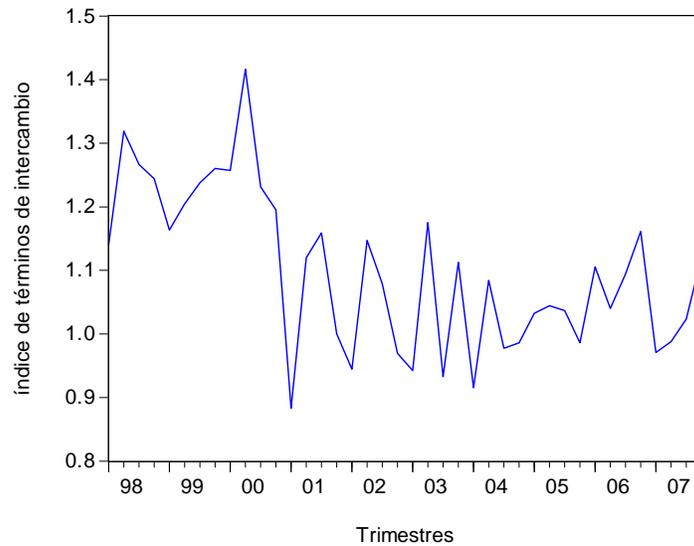
estadísticas económicas del Banco de Guatemala (se utilizó un índice de laspeyres de base fija). A continuación, se presenta gráficamente su comportamiento:



Gráfica No. 28

Luego se procedió a construir los términos de intercambio para Guatemala, utilizando para ello el índice de precios de exportaciones y el índice de precios de importaciones utilizando para ellos las estadísticas económicas del Banco de Guatemala, obteniéndose los siguientes resultados:

Términos de intercambio para Guatemala
(versión alternativa)



Gráfica No. 29

Como se puede apreciar, a partir del año 2001 se muestra un leve mejoramiento en los términos de intercambio, si bien bastante más leve que el resultado obtenido construyendo los términos de intercambio utilizando como índice de precios de importaciones, el índice mundial de precios.

Se realizaron pruebas de igualdad de medias y varianzas para el período 2001 - 2007, las cuales se muestran a continuación:

Test for Equality of Means Between Series

Date: 06/02/08 Time: 15:09

Sample: 2001Q1 2007Q4

Included observations: 28

Method	df	Value	Probability
t-test	54	1.041416	0.3023
Satterthwaite-Welch t-test*	49.16947	1.041416	0.3028
Anova F-test	(1, 54)	1.084548	0.3023
Welch F-test*	(1, 49.1695)	1.084548	0.3028

*Test allows for unequal cell variances

Tabla No. 2

Test for Equality of Variances Between Series

Date: 06/02/08 Time: 15:10

Sample: 2001Q1 2007Q4

Included observations: 28

Method	df	Value	Probability
F-test	(27, 27)	1.913059	0.0978
Bartlett	1	2.741295	0.0978

Tabla No. 3

Se puede apreciar que no se puede rechazar que las medias sean iguales en las dos series construidas de los términos de intercambio. De igual forma no se puede rechazar que las varianzas sean iguales. Lo cual es importante, puesto que da robustez a la definición de términos de intercambio utilizada en el modelo.

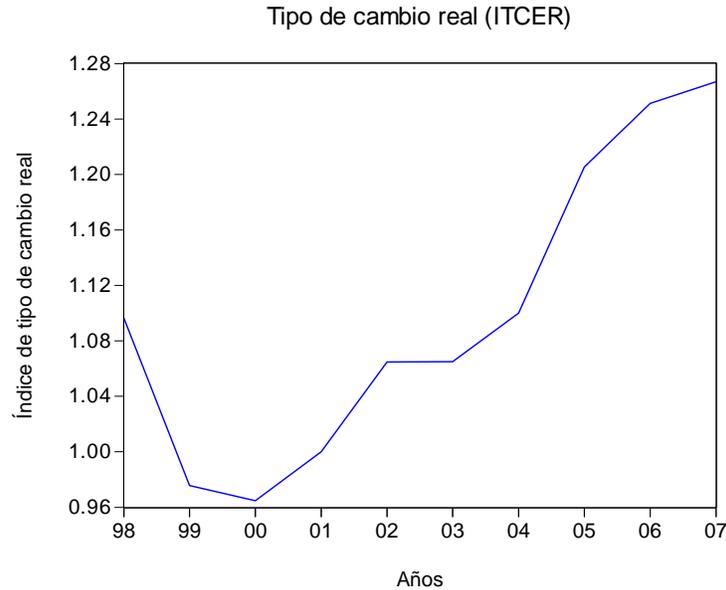
De hecho, debido a que por construcción el modelo toma como precio de importaciones un precio mundial, se considera como definición de los términos de intercambio aquella que considera como índice de importaciones el índice mundial de precios de importaciones construido anteriormente.

A.2. Tipo de Cambio Real

El tipo de cambio real según Harberger (2004) es la principal variable de equilibrio del comercio internacional y los pagos de un país.

En Guatemala el tipo de cambio real calculado en el Banco de Guatemala, ha experimentado una apreciación sustancial a partir del año 2000, como se muestra en

la presente gráfica, con datos de las estadísticas económicas del Banco de Guatemala para el período 1998 - 2007:



Gráfica No. 30

La definición empleada para la construcción del índice de tipo de cambio real empleada en el Banco de Guatemala es como sigue:

$$ITCER = \frac{\sum_j \left[\left(\frac{ITC_j}{IPC_j} \right)^{w_j} \right]}{\left(\frac{ITC_i}{IPC_i} \right)}, \text{ siendo:}$$

$ITCER$ = Índice de tipo de cambio efectivo real empleado por el Banco de Guatemala

ITC_j = Índice del tipo de cambio nominal del país socio = $\frac{TC_t}{TC_0}$ (t el período de referencia y 0 el período base).

ITC_i = Índice del tipo de cambio nominal del país declarante (Guatemala) = $\frac{TC_t}{TC_0}$

IPC_j = Índice de precios al consumidor del país socio.

IPC_i = Índice de precios al consumidor del país declarante (Guatemala)

w_j = Peso relativo del país j

Los principales socios comerciales de Guatemala, considerados para el cálculo del ITCER son: Costa Rica, El Salvador, Honduras, Estados Unidos, Unión Europea, Japón y México.

Comúnmente se define el tipo de cambio real como el cociente del precio del bien no transable entre el precio del bien transable: $q_t = \frac{P_t^N}{P_t^T}$, donde se tiene que $P_t^N =$ Precio del bien no transable y $P_t^T =$ precio del bien transable. En el modelo propuesto en este documento se considera una economía con tres bienes: no transables, importados y exportados, por lo cual una mejor definición para el tipo de cambio real para la economía del modelo es la propuesta por Harberger (2004), quien propone que debe utilizarse un índice mundial de precios de importaciones que sustituye el precio del bien transable como sigue: $q_t = \frac{p_t^N}{p_t^I}$, donde se tiene que $p_t^N =$ precio del bien no transable y $p_t^I =$ precio del bien importado. Harberger (2004) explica que éste sería su índice de tipo de cambio real, puesto que se podría responder a la pregunta de cuántas canastas de nuestras importaciones se pueden comprar con una de nuestra producción interna.

Es por ello que el modelo estocástico dinámico de equilibrio general que aquí se plantea usa como numerario el bien importado; dos precios relativos importantes son el tipo de cambio real, medido según la definición de Harberger (2004) y los términos de intercambio $Q_t = \frac{p_t^E}{p_t^I}$, donde se tiene que $p_t^E =$ Precio del bien exportado y $p_t^I =$ Precio del bien importado.

Se construyó un índice de tipo de cambio real para Guatemala utilizando la definición del modelo $q_t = \frac{p_t^N}{p_t^I}$. Se utilizó para ello información de las cuentas nacionales para los años 1998 a 2007, para el consumo, el gasto del gobierno y la inversión total a precios corrientes de cada uno de los años y a precios constantes del año base 2001, en millones de quetzales. La frecuencia utilizada para las estimaciones es anual puesto que no se cuentan con datos trimestrales. Para calcular una serie del precio del bien no transable se procedió a utilizar un deflactor implícito como sigue:

$$P_t^N = \left(\frac{C_t + GG_t + I_t}{C_{2001} + GG_{2001} + I_{2001}} \right) \text{ para } t = 1998 \text{ a } 2007$$

Donde se tiene que:

$C_t =$ Consumo en millones de quetzales a precios del año t

$C_{2001} =$ Consumo en millones de quetzales a precios del año base 2001

$GG_t =$ Gasto del Gobierno en millones de quetzales a precios del año t

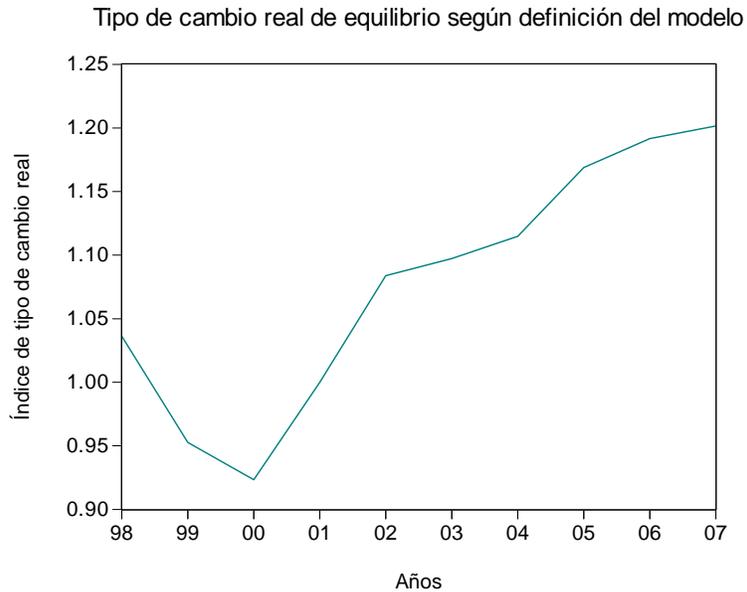
$GG_{2001} =$ Gasto del Gobierno en millones de quetzales a precios del año base 2001

$I_t =$ Inversión Total en millones de quetzales a precios del año t.

$I_{2001} =$ Inversión Total en millones de quetzales a precios del año base 2001

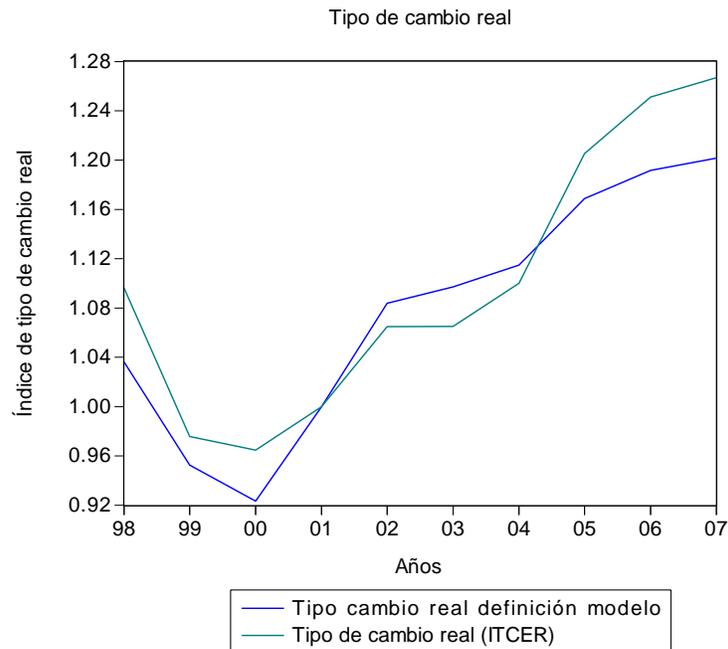
Luego se procedió a calcular el índice mundial de precios de importaciones, como se detalló en la sección A.1 de ese apéndice, utilizando la metodología sugerida por Harberger (2004).

La serie de tipo de cambio real construida utilizando la definición del modelo es como sigue:



Gráfica No. 31

El comportamiento observado del tipo de cambio real de Guatemala, utilizando la definición del ITCER no es sustancialmente distinto al comportamiento derivado de la definición de Harberger (2004), lo cual da robustez a la definición empleada para su cálculo en el modelo, como se observa en la gráfica siguiente:



Gráfica No. 32

Por lo cual, el comportamiento observado del tipo de cambio real según la definición del modelo es compatible con la definición utilizada por el Banco de Guatemala; a la vez, ello permite que la estimación del tipo de cambio real generada por el modelo pueda ser comparada con los datos de la economía guatemalteca

B. Apéndice: Calibración

En la calibración del modelo se intenta capturar algunas regularidades empíricas de la economía guatemalteca, para lo cual se utilizaron los datos obtenidos de las cuentas nacionales de Guatemala y de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida –*ENCOVI*–. Sin embargo, actualmente no se cuenta con datos confiables para poder construir una serie de stock de capital ni de horas trabajadas en los sectores considerados en el modelo, por lo cual para determinar el valor de la tasa de depreciación se utilizaron los valores usados por Hamann, Julio, Restrepo y Riascos (2004) para la

tasa de depreciación trimestral de ambos sectores: $\delta^E = \delta^N = 0.012$ (dichos autores trabajan una economía pequeña y abierta para el caso de Colombia).

También se tomó para el parámetro de escala del premio al riesgo $\psi = 0.0081$, el valor utilizado por Catalán (2007) quién calibró dicho parámetro para que el modelo reprodujese la relación de la balanza comercial al PIB observada en la economía guatemalteca. Además para calibrar el estado estacionario de la posición de pasivos externos $\bar{f} = 0.10$, debido a que no se cuenta con información necesaria para estimar el nivel de activos netos en la economía guatemalteca, se determinó el valor del parámetro de tal forma que reflejara el saldo de la balanza comercial observado para la economía guatemalteca como porcentaje del pib.

B.1. Participación del bien importado en la producción del bien no transable $(1 - \alpha^N - \zeta^N)$ y del bien exportado $(1 - \alpha^E - \zeta^E)$:

Las funciones de producción en los sectores no transable y exportado son Cobb-Douglas, exhibiendo retornos constantes a escala, lo cual implica que la fracción del ingreso que recibe cada insumo productivo, es igual al exponente de ese factor en la función de producción. Dada esta propiedad, en principio es posible estimar la participación del bien importado dentro de la función de producción del bien no transable $(1 - \alpha^N - \zeta^N)$, como el cociente entre el pago a las importaciones utilizadas en la producción no transable y el total de la producción no transable. De igual forma podría estimarse la participación del bien importado dentro de la función de producción del bien exportado $(1 - \alpha^E - \zeta^E)$. Sin embargo, es prácticamente imposible distinguir, dentro del total de importaciones de la economía guatemalteca, qué importaciones sirven de insumo para la producción de bienes no transables y cuáles sirven como insumo para la producción de bienes exportados. Por lo tanto, se asume que la participación del bien importado es la misma dentro de ambas funciones productivas, es decir, $(1 - \alpha^N - \zeta^N) = (1 - \alpha^E - \zeta^E)$. Bajo este supuesto, es posible calibrar estos parámetros utilizando el valor total de la factura de importaciones de la economía guatemalteca, como fracción del gasto agregado; para ello, se utiliza información de las cuentas nacionales del Banco de Guatemala para los años 2001 al 2007, como sigue:

$$(1 - \alpha^j - \zeta^j) = \left(\frac{M_t}{C_t + GG_t + I_t + X_t} \right) = 0.2867 \quad \text{para } j = E, N.$$

Donde se tiene que:

$M_t =$ Importaciones

$C_t =$ Consumo

$GG_t =$ Gasto del Gobierno

$$\begin{aligned} I_t &= \text{Inversión} \\ X_t &= \text{Exportaciones} \end{aligned}$$

B.2. Participación del capital y del trabajo en la producción del bien no transable (α^N, ζ^N) y del bien exportado (α^E, ζ^E) .

Nuevamente, dado que es muy difícil discernir entre la retribución que recibe el capital utilizado en el sector exportador y el capital utilizado en el sector no transable, suponemos que la intensidad con la cual se utiliza el factor productivo capital, es la misma en ambos sectores; es decir, $\alpha^E = \alpha^N$.

De forma análoga al punto anterior, la participación del capital dentro de la función de producción se calibra utilizando la parte del ingreso que se destina a pagar el insumo capital. Para capturar esta regularidad empírica de la economía guatemalteca, se obtuvo de las cuentas nacionales de Guatemala una serie del cociente entre el excedente bruto de explotación $-EBE_t-$ y el gasto agregado para el período 2001 - 2007. Posteriormente se tomó el promedio de dicho cociente dentro de la función de producción como sigue:

$$\alpha^j = \left(\frac{y_{k,t}}{C_t + GG_t + I_t + X_t} \right) = 0.2749 \quad \text{para } j = E, N$$

La participación del factor trabajo dentro de la función de producción de cada sector se obtiene por diferenciación como sigue:

$$\zeta^j = 1 - 0.2867 - 0.2749 = 0.4384 \quad \text{para todo } j = E, N$$

B.3. Persistencia (ρ_Q) de los términos de intercambio y desviación estándar (σ_ε^Q) del shock de términos de intercambio (Q_t)

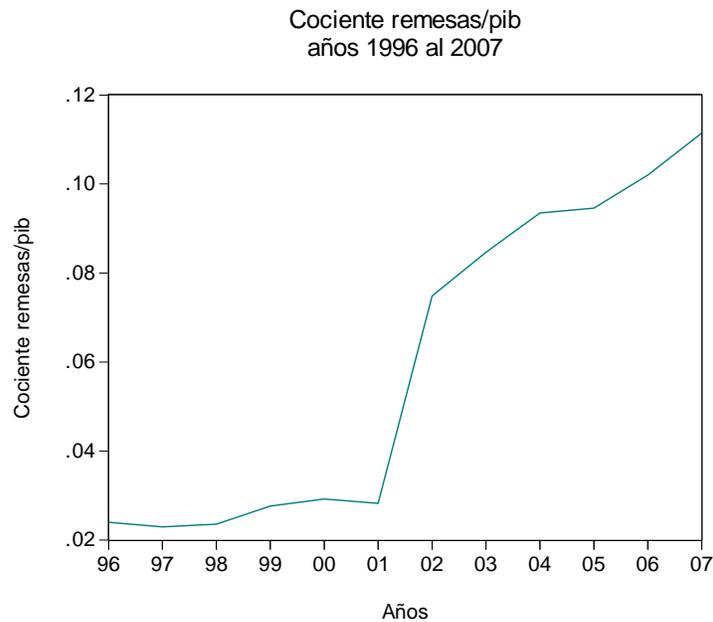
Los términos de intercambio en el modelo se construyeron utilizando la siguiente definición: $Q_t = \frac{P_t^E}{P_t^I}$, utilizando para ello información de comercio exterior de Guatemala para crear un índice de precios de exportaciones, y utilizando el índice de precios de importaciones obtenido del Bureau Labor Statistics, como se describe en anexo A.

Posteriormente se analizó el comportamiento de la serie de términos de intercambio construida, utilizando el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller, comprobándose que la serie es estacionaria en media. Seguidamente se realizó una regresión utilizando un AR(1), como se estableció en el modelo: $Q_t = (1 - \rho_Q) \cdot Q_{ee} + \rho_Q \cdot Q_{t-1} + \varepsilon_t$.

Se realizaron los tests de normalidad de los residuales, observándose normalidad en los mismos. También se realizaron los tests de heterocedasticidad (Heteroskedascity Test: Arch) y autocorrelación (Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test), encontrándose que la regresión no muestra heterocedastidad ni autocorrelación, por lo cual la regresión es válida para poder obtener los coeficientes $\rho_Q = 0.60$ y $\sigma_\varepsilon^Q = 0.05$. El valor de dichos estimadores es estadísticamente significativo al 1%. Se tomó como valor de estado estacionario el valor obtenido para la constante en la regresión: $Q_{ee} = 1.02$.

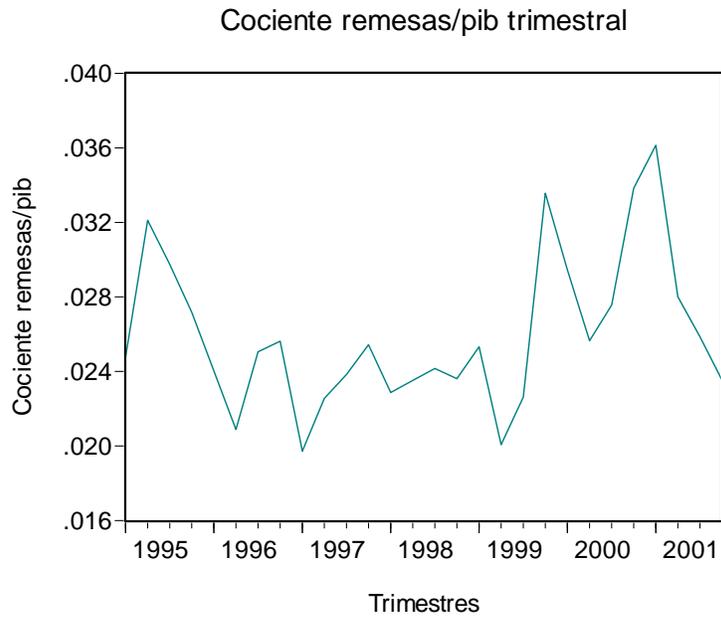
B.4. Persistencia (ρ_{RSH}) del cociente remesas/pib y desviación estándar (σ_ε^{RSH}) del shock del cociente remesas/pib (RSH_t)

Para obtener estos valores paramétricos, se evaluó el comportamiento de la proporción de las remesas con respecto al PIB, utilizando series de datos del Banco de Guatemala de los años 1996 al 2007. Al evaluar el comportamiento, se observa que dicha proporción no tiene un comportamiento estacionario en todo el periodo de la muestra, como se observa en la siguiente gráfica:



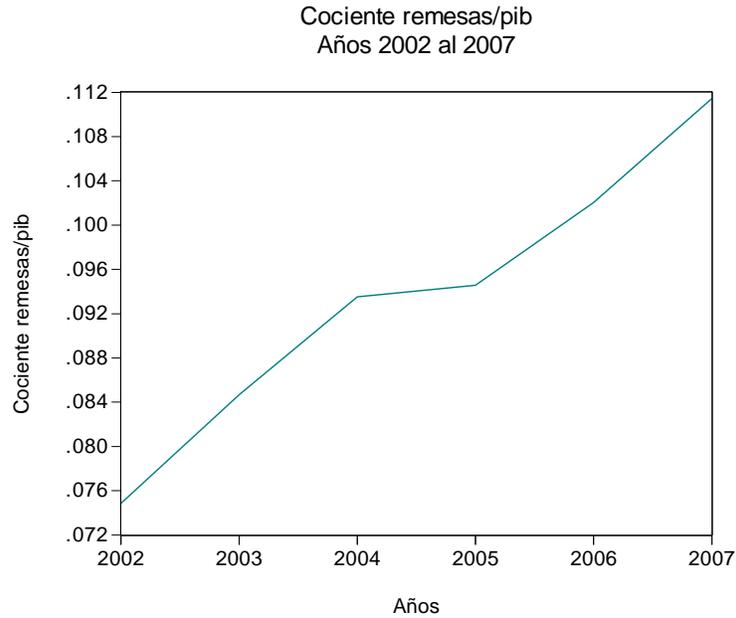
Gráfica No. 33

Se procedió a evaluar el comportamiento del ratio remesas/pib, considerando para ello dos submuestras: 1996-2001 y 2002-2007. En la primera submuestra se observa que la serie es estacionaria:



Gráfica No. 34

En la segunda submuestra 2002 - 2007, se puede apreciar que la serie tiene tendencia, como se presenta en la siguiente gráfica.



Gráfica No. 35

Catalán (2007) calculó una serie trimestral para el período 1996 -2001 de la proporción de las remesas como porcentaje del PIB en la economía guatemalteca, la cual es estacionaria, y obtuvo como valor en estado estacionario de dicha proporción 0.02595; seguidamente utilizó dicha serie para realizar su estudio de cómo las remesas afectaban el tipo de cambio real de Guatemala y notó que los resultados obtenidos no reflejaban el comportamiento observado, por lo cual consideró que las remesas alcanzaban un nuevo estado estacionario del cociente remesas/pib de 0.10, el cual utilizó para poder realizar sus pruebas, obteniendo los resultados deseados.

Siguiendo la metodología utilizada por Catalán (2007), se utiliza el período 1995 - 2001. Para la construcción del proceso exógeno del cociente remesas/pib se utilizó un proceso autorregresivo de orden 1 según la especificación del modelo:

$$RSH_t = (1 - \rho_{RSH}) \cdot RSH_{ee} + \rho_{RSH} \cdot RSH_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Los resultados obtenidos en la regresión para el parámetro de persistencia ρ_{RSH} y de volatilidad $\sigma_{\varepsilon}^{RSH}$ son: $\rho_{RSH} = 0.48$ y $\sigma_{\varepsilon}^{RSH} = 0.0036$ como se muestra en la siguiente tabla:

Dependent Variable: RATIO
Method: Least Squares
Date: 04/24/08 Time: 14:13
Sample (adjusted): 1995Q2 2001Q4
Included observations: 27 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.025955	0.001403	18.50007	0.0000
AR(1)	0.485646	0.176017	2.759089	0.0107
R-squared	0.233424	Mean dependent var		0.025999
Adjusted R-squared	0.202761	S.D. dependent var		0.004199
S.E. of regression	0.003749	Akaike info criterion		-8.263580
Sum squared resid	0.000351	Schwarz criterion		-8.167592
Log likelihood	113.5583	Hannan-Quinn criter.		-8.235038
F-statistic	7.612571	Durbin-Watson stat		1.572029
Prob(F-statistic)	0.010685			
Inverted AR Roots	.49			

Tabla No. 4

Siguiendo los supuestos empleados por Catalán (2007), se considera que el quiebre estructural observado en el cociente remesas/pib a partir del 2001 podría ser permanente y que dicho ratio se estabilizará en algún valor eventualmente. Al igual que en Catalán (2007), se asume que el valor de dicho cociente podría rondar alrededor del 10 % del PIB. Por lo tanto, el valor de estado estacionario para el cociente remesas/pib se fija en $RSH_{ee} = 0.102$.

B.5. Persistencia (ρ_A, ρ_Z) y desviaciones estándar (σ_t^A, σ_t^z) de los shocks de productividad del sector no transable (A_t) y del sector de exportados (Z_t)

La calibración para estos parámetros podría realizarse utilizando las ecuaciones (15) y (20) que representan las funciones de producción Cobb-Douglas del sector no transable y del sector exportador respectivamente. Para el caso del sector exportador iniciando con la ecuación (20):

$$y_t^E = z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,t}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E}$$

Aplicando logaritmos a ambos lados de la ecuación se llegaría a:

$$\ln(y_t^E) = \ln(z_t) + \alpha^E \cdot \ln(k_t^E) + \zeta^E \cdot \ln(h_t^E) + (1 - \alpha^E - \zeta^E) \cdot \ln(y_{m,t}^E)$$

Luego despejando z_t se tiene que:

$$\ln(z_t) = \ln(y_t^E) - \alpha^E \cdot \ln(k_t^E) - \zeta^E \cdot \ln(h_t^E) - (1 - \alpha^E - \zeta^E) \cdot \ln(y_{m,t}^E)$$

Utilizando la expresión anterior se podría generar una serie para z_t si se contase con datos confiables del stock de capital y de horas trabajadas para el sector exportador de la economía guatemalteca, información con la que no se cuenta en la actualidad. En forma análoga se haría para el sector no transable.

Por tal motivo, se utilizaron los valores empleados por Hamann, Julio, Restrepo y Riascos (2004) para las persistencias y las desviaciones estándar de los shocks de productividad del sector no transable y de exportados: $\rho_A = \rho_Z = 0.773$ y $\sigma_\epsilon^A = \sigma_\epsilon^Z = 0.0063$ (dichos autores trabajan una economía pequeña y abierta para el caso de Colombia). Es importante señalar que dentro del modelo ambos shocks de productividad, del sector no transable como del sector exportador, son modelados como procesos exógenos y no fueron empleados en los ejercicios realizados de impulso respuesta y simulación para la economía guatemalteca, por lo cual su incidencia no es fundamental en este trabajo.

B.6. Estado estacionario del factor de productividad del sector de producción no transable (A_{ee}) y del factor de productividad del sector exportador (z_{ee})

Para la determinación del estado estacionario de los factores de productividad tanto en el sector no transable (A_{ee}) como en el sector exportador (z_{ee}), puesto que los shocks de productividad son uno de los principales determinantes del tipo de cambio real, como se menciona en Balassa(1964) y Samuelson (1964), éstos fueron calibrados dentro del modelo de tal forma que su cociente reflejara en estado estacionario el promedio observado del tipo de cambio real en Guatemala ($\bar{q}_t = 1.12$) empleando la serie histórica generada para el tipo de cambio real (ver apéndice A), como sigue: $\frac{z_{ee}}{A_{ee}} = q_{ee} \simeq \bar{q}_t$.

Para tal efecto, se fijó el valor en estado estacionario para $A_{ee} = 1$, siendo el valor estacionario para el factor de productividad del sector exportador $z_{ee} = 1.12$.

B.7. Ponderación del consumo de no transables $C_{N,t}$ y del ocio $(1 - h_t)$ en la función de utilidad de las familias (a) :

Para la calibración del parámetro a se combinan las ecuaciones (7) y (8) obteniéndose:

$$\frac{a}{C_{N,t} \cdot q_t} = \frac{(1 - a)}{(1 - h_t)} \cdot \frac{1}{w_t} \quad (37)$$

Se sustituye el salario por la ecuación (22) en la ecuación (37), como sigue:

$$\frac{a}{(1 - a)} = \frac{C_{N,t} \cdot q_t}{(1 - h_t) \cdot q_t \cdot \zeta^N \cdot A_t \cdot (k_t^N)^{\alpha^N} \cdot (h_t^N)^{\zeta^N - 1} \cdot (y_{m,t}^N)^{1 - \alpha^N - \zeta^N}} \quad (38)$$

Eliminando q_t y multiplicando, dividiendo el denominador del lado derecho por h_t^N y reordenando términos, se tiene que:

$$\frac{a}{(1 - a)} = \frac{C_{N,t}}{\frac{\zeta^N \cdot (1 - h_t) \cdot y_t^N}{h_t^N}} \quad (39)$$

De igual forma, se sustituye el salario utilizando la ecuación (17) en la ecuación (37), como sigue:

$$\frac{a}{(1 - a)} = \frac{C_{N,t} \cdot q_t}{(1 - h_t) \cdot Q_t \cdot \zeta^E \cdot z_t \cdot (k_t^E)^{\alpha^E} \cdot (h_t^E)^{\zeta^E - 1} \cdot (y_{m,t}^E)^{1 - \alpha^E - \zeta^E}} \quad (40)$$

Nuevamente reordenando términos se tiene que:

$$\frac{a}{(1 - a)} = \frac{C_{N,t} \cdot q_t}{\frac{Q_t \cdot \zeta^E \cdot (1 - h_t) \cdot y_t^E}{h_t^E}} \quad (41)$$

Por la ecuación (30) se que:

$$h_t = h_t^E + h_t^N$$

Entonces se tiene un sistema de 3 ecuaciones (42, 43, 44) y tres incógnitas (a, h_t^E, h_t^N) como sigue:

$$\frac{a}{(1-a)} = \frac{C_{N,t}}{\frac{\zeta^N \cdot (1-h_t) \cdot y_t^N}{h_t^N}} \quad (42)$$

$$\frac{a}{(1-a)} = \frac{C_{N,t} \cdot q_t}{\frac{Q_t \cdot \zeta^E \cdot (1-h_t) \cdot y_t^E}{h_t^E}} \quad (43)$$

$$h_t = h_t^E + h_t^N \quad (44)$$

Igualando las ecuaciones (42) y (43):

$$\frac{C_{N,t}}{\frac{\zeta^N \cdot (1-h_t) \cdot y_t^N}{h_t^N}} = \frac{C_{N,t} \cdot q_t}{\frac{Q_t \cdot \zeta^E \cdot (1-h_t) \cdot y_t^E}{h_t^E}} \quad (45)$$

Simplificando términos:

$$\left(\frac{h_t^N}{y_t^N} \right) = \left(\frac{q_t}{Q_t} \right) \left(\frac{h_t^E}{y_t^E} \right) \quad (46)$$

Reordenando términos y estableciendo estado estacionario:

$$\left(\frac{h_{ee}^N}{h_{ee}^E} \right) = \left(\frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \right) \cdot \left(\frac{y_{ee}^N}{y_{ee}^E} \right) \quad (47)$$

Para obtener el cociente $\frac{h_{ee}^N}{h_{ee}^E}$ se utilizaron los promedios de la economía guatemalteca para las variables de consumo, inversion, gasto de gobierno y exportaciones como sigue:

$$\left(\frac{h_{ee}^N}{h_{ee}^E} \right) = \left(\frac{q_{ee} \cdot y_{ee}^N}{Q_{ee} \cdot y_{ee}^E} \right) \approx \left(\frac{C_t + I_t + GG_t}{X_t} \right) = 4.1685$$

Entonces se tiene que: $h_{ee}^N = 4.16585 \cdot h_{ee}^E$

Luego sustituyendo lo anterior en la ecuacion (30) en estado estacionario se tiene que:

$$h_{ee} = h_{ee}^E + h_{ee}^N = 5.16585 \cdot h_{ee}^E \quad (48)$$

Se utiliza h_{ee}^E se utiliza la encuesta nacional de condiciones de vida -ENCOVI-, preparada por el Instituto Nacional de Estadística, para encontrar el valor de $h_{ee} = 0.29$, que representa la fracción de tiempo que se dedica al trabajo en la economía guatemalteca.

Despejando h_{ee}^E de (48) y utilizando el valor de $h_{ee} = 0.29$, se tiene que:

$$h_{ee}^E = 0.0561.$$

Consecuentemente, el valor de $h_{ee}^N = 0.29 - h_{ee}^E = 0.2339$

Reordenando la ecuación (42) e imponiendo estado estacionario se tiene que:

$$\frac{a}{(1-a)} = \left(\frac{C_{N,ee}}{y_{ee}^N} \right) \cdot \left(\frac{h_{ee}^N}{(1-h_{ee})} \right) \cdot \left(\frac{1}{\zeta^N} \right)$$

Luego, utilizando el promedio del cociente

$\left(\frac{C_{N,ee}}{y_{ee}^N} \right) \simeq \left(\frac{C_t}{C_t + G_t + I_t} \right) = 0.8235$ de las cuentas nacionales y los valores de estado estacionario obtenidos recientemente para $h_{ee}^N = 0.2339$ y para $h_{ee} = 0.29$

$$\frac{a}{(1-a)} = \left(\frac{C_{N,ee}}{y_{ee}^N} \right) \cdot \frac{h_{ee}^N}{(1-h_{ee})} \cdot \frac{1}{\zeta^N} = 0.6188$$

Despejando a de la expresion anterior se tiene que $a = 0.3822$

B.8. Factor de Descuento Subjetivo (β)

Para determinar el valor del factor de descuento se utilizan las siguientes ecuaciones: (3), (4), (9) a (12), (16) y (21), las cuales se presentan a continuación en estado estacionario:

$$x_{ee}^E = \delta^E \cdot k_{ee}^E \quad (49)$$

$$x_{ee}^N = \delta^N \cdot k_{ee}^N \quad (50)$$

$$\eta_{ee} = \beta \cdot (\lambda_{ee} \cdot r_{ee}^E + (1 - \delta^E) \cdot \eta_{ee}) \quad (51)$$

$$\theta_{ee} = \beta \cdot (\lambda_{ee} \cdot r_{ee}^N + (1 - \delta^N) \cdot \theta_{ee}) \quad (52)$$

$$\eta_{ee} = q_{ee} \cdot \lambda_{ee} \quad (53)$$

$$\theta_{ee} = q_{ee} \cdot \lambda_{ee} \quad (54)$$

$$r_{ee}^E = Q_{ee} \cdot \alpha^E \cdot z_{ee} \cdot (k_{ee}^E)^{\alpha^E-1} \cdot (h_{ee}^E)^{\zeta^E} \cdot (y_{m,ee}^E)^{1-\alpha^E-\zeta^E} \quad (55)$$

$$r_{ee}^N = q_{ee} \cdot \alpha^N \cdot A_{ee} \cdot (k_{ee}^N)^{\alpha^N-1} \cdot (h_{ee}^N)^{\zeta^N} \cdot (y_{m,ee}^N)^{1-\alpha^N-\zeta^N} \quad (56)$$

Luego, sustituyendo las ecuaciones (49), (14) y (55) en (51), que representan al sector exportador, se tiene que:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^E) + \frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \left(\frac{y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E}{x_{ee}^E} \right) \quad (57)$$

Análogamente, sustituyendo las ecuaciones en estado estacionario (38), (42) y (44) en (40), que representan al sector no transable, se tiene que:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^N) + \left(\frac{y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N}{x_{ee}^N} \right) \quad (58)$$

Adicionalmente se que se debe cumplir en estado estacionario que:

$$x_{ee}^E = x_{ee} - x_{ee}^N \quad (59)$$

Donde se tiene que x_{ee} = inversión total en estado estacionario..

Sustituyendo (59) en (57) se tiene un sistema de 2 ecuaciones y 2 incógnitas (β, x_{ee}^N), como sigue:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^E) + \frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \left(\frac{y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E}{x_{ee} - x_{ee}^N} \right) \quad (60)$$

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^N) + \left(\frac{y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N}{x_{ee}^N} \right) \quad (61)$$

Dado el supuesto de que $\delta^N = \delta^E$, entonces se reordenan las ecuaciones (60) y (61) como sigue:

$$\frac{1}{\beta} - (1 - \delta^E) = \frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \left(\frac{y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E}{x_{ee} - x_{ee}^N} \right) \quad (62)$$

$$\frac{1}{\beta} - (1 - \delta^N) = \left(\frac{y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N}{x_{ee}^N} \right) \quad (63)$$

Seguidamente, se igualan las ecuaciones (62) y (63) como sigue:

$$\frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \left(\frac{y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E}{x_{ee} - x_{ee}^N} \right) = \left(\frac{y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N}{x_{ee}^N} \right) \quad (64)$$

Luego reordenando y simplificando términos se tiene que:

$$x_{ee}^N \cdot (y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E) = \frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \cdot (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N) \cdot (x_{ee} - x_{ee}^N) \quad (65)$$

$$x_{ee}^N \cdot \left((y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E) + \frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \cdot (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N) \right) = \left(\frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \right) \cdot (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N) \cdot x_{ee} \quad (66)$$

Luego, despejando la ecuación anterior para x_{ee}^N :

$$x_{ee}^N = \frac{\left(\frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \right) \cdot (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N) \cdot x_{ee}}{(y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E) + \frac{q_{ee}}{Q_{ee}} \cdot (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N)} \quad (67)$$

Simplificando la ecuación anterior:

$$x_{ee}^N = \frac{(y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N) \cdot x_{ee}}{(y_{ee}^E \cdot \alpha^E \cdot \delta^E) \cdot \left(\frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \right) + (y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N)} \quad (68)$$

Hemos supuesto que $\alpha^E = \alpha^N$ y que $\delta^N = \delta^E$; utilizando esto en la ecuación anterior:

$$x_{ee}^N = \frac{y_{ee}^N \cdot x_{ee}}{y_{ee}^E \cdot \left(\frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \right) + y_{ee}^N} \quad (69)$$

Seguidamente, sustituyendo la ecuación (67) en la ecuación (58) se obtiene:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^N) + \left(\frac{y_{ee}^N \cdot \alpha^N \cdot \delta^N}{\frac{y_{ee}^N \cdot x_{ee}}{y_{ee}^E \cdot \left(\frac{Q_{ee}}{q_{ee}}\right) + y_{ee}^N}} \right) \quad (70)$$

Finalmente simplificando la ecuación anterior se obtiene:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^N) + \frac{\alpha^N \cdot \delta^N}{\frac{x_{ee}}{\frac{Q_{ee} \cdot y_{ee}^E}{q_{ee}} + y_{ee}^N}} \quad (71)$$

Multiplicando la ecuación por $\left(\frac{y_{ee}^N}{y_{ee}^E}\right)$ y reordenando términos se obtiene:

$$\frac{1}{\beta} = (1 - \delta^N) + \alpha^N \cdot \delta^N \cdot \left(\frac{y_{ee}^N}{x_{ee}}\right) \cdot \left(\frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \frac{y_{ee}^E}{y_{ee}^N} + 1\right) \quad (72)$$

Utilizando los promedios de los cocientes $\frac{y_{ee}^N}{x_{ee}} \simeq \overline{\left(\frac{C_t + G_t + I_t}{I_t}\right)} = 5.6680$, $\frac{Q_{ee}}{q_{ee}} \cdot \frac{y_{ee}^E}{y_{ee}^N} \simeq \overline{\left(\frac{X_t}{C_t + G_t + I_t}\right)} = 0.2187$ en la ecuación anterior se llega a:

$$\frac{1}{\beta} = 1.010785998 \quad (73)$$

Donde se tiene que:

C_t = Consumo en millones de quetzales a precios del año t.

G_t . = Gasto del Gobierno en millones de quetzales a precios del año t.

I_t = Inversión total en millones de quetzales a precios del año t.

X_t = Exportaciones totales en millones de quetzales a precios del año t.

Finalmente se obtiene el valor para $\beta = 0.98932$

B.9. Tasa Interés del estado estacionario (i_t).

Para obtener la tasa de interés para el modelo se utilizó la ecuación (13) en estado estacionario, sustituyendo el valor del parámetro β obtenido anteriormente:

$$\beta = \frac{1}{1 + i^*} \quad (74)$$

Reordenando términos se tiene que para i que:

$$i^* = \frac{1}{\beta} - 1 \quad (75)$$

Obteniéndolo el valor de $i^* = 0.0107859$

C. Apéndice: Funciones de Impulso Respuesta.

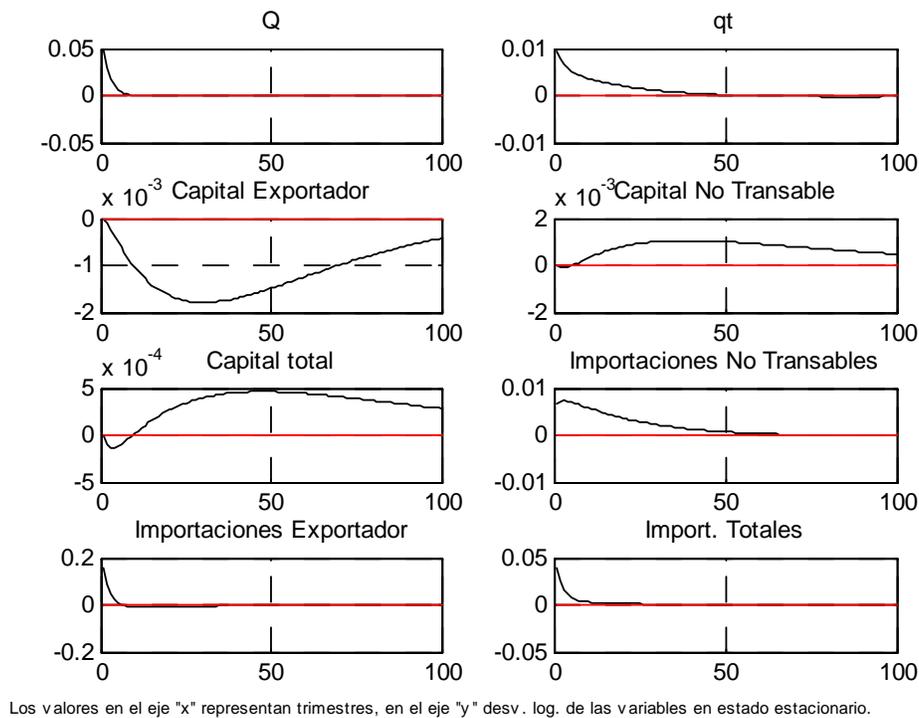
Luego de que el modelo fue calibrado con base en hechos estilizados de la economía guatemalteca, se analizó cómo se comportaban las variables del modelo ante shocks transitorios en los términos de intercambio y en el flujo de remesas. Para la realización de ambos ejercicios, se aplicó un shock transitorio de una desviación estándar, tanto para los términos de intercambio como para las remesas. Como se verá seguidamente, la reacción observada en las principales variables del modelo ante el shock transitorio a los términos de intercambio y luego a la razón remesas/pib es diferente. Al aplicar el shock transitorio de términos de intercambio se observa que opera principalmente el efecto sustitución, mientras que con el shock transitorio a la razón remesas/pib opera, además, el efecto ingreso.

C.1. Impulso Respuesta: Shock transitorio a los términos de intercambio (Q_t)

Se aplicó un shock transitorio a los términos de intercambio para observar la reacción de las principales variables en el modelo a dicho shock. La magnitud del shock fue de una desviación estándar e igual a 0.05. Las variables son presentadas

como desviaciones logarítmicas de su estado estacionario, excepto el saldo de balanza comercial y saldo de cuenta corriente, las cuales son presentadas en niveles.

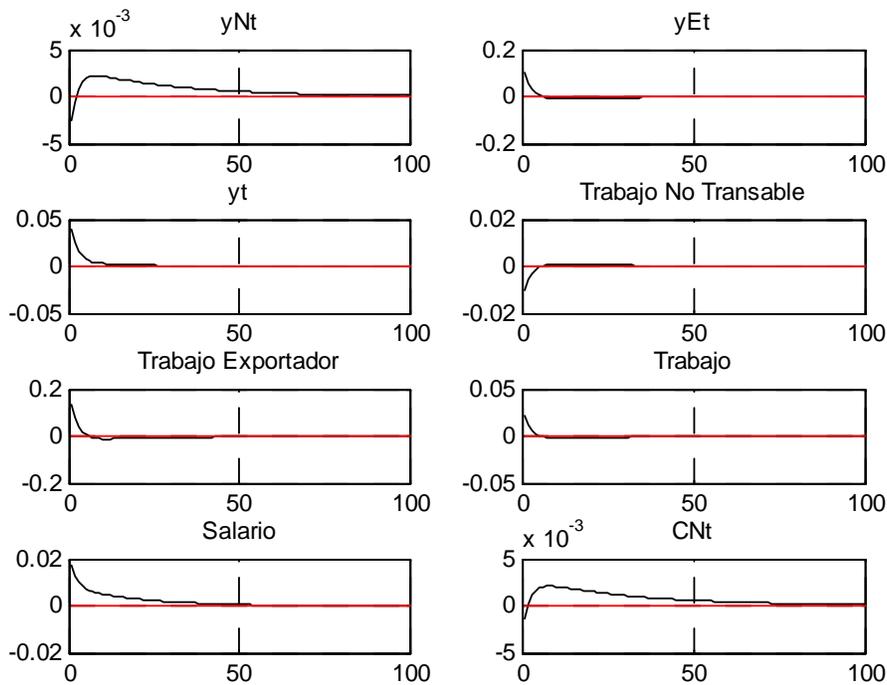
En el primer bloque de gráficas de impulso respuesta, se puede apreciar que ante un shock positivo en los términos de intercambio, se produce una apreciación del tipo de cambio real de equilibrio, como se observa en la gráfica No. 36. Además se puede apreciar que, debido a un menor precio relativo del bien exportado, se produce un incremento en el uso del bien importado en la producción del bien importado y también se produce un incremento aunque mucho menor en el uso del bien importado para la producción del bien no transable.



Gráfica No. 36

En el segundo bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 37, se aprecia que, dado el mayor precio relativo en el bien exportado, las familias deciden trasladar recursos del sector no transable al sector exportador para aprovechar este mejoramiento temporal, lo cual se ve reflejado en un incremento en la producción del bien exportado, acompañada de una reducción en la producción del bien no transable. En el agregado la producción total, medida en términos del bien importado,

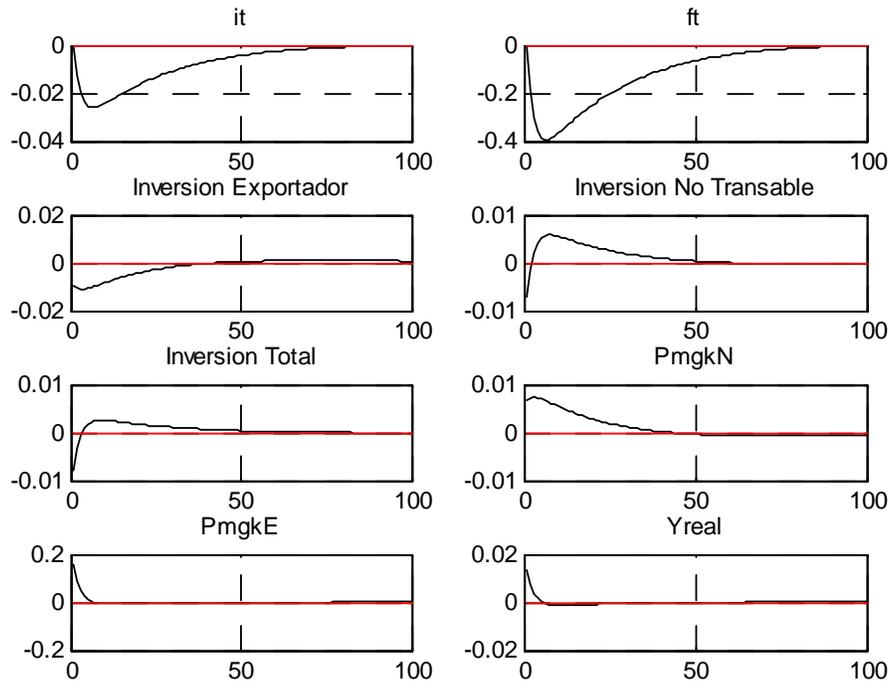
se ve aumentada, esto debido a que, pese a que disminuyó la producción del bien no transable, dicha reducción fue mínima. en tanto que aumentaron las exportaciones, a la vez, se produce una reducción en el consumo del bien no transable, el único bien de consumo en la economía artificial, puesto que las familias desean aprovechar el mejoramiento en el precio del bien exportado, lo cual hace que consuman menos y redistribuyan sus recursos al sector exportador. Este fenómeno, hace que las personas trabajen más en el agregado, pero nuevamente se ve la redistribución de recursos del sector no transable al sector exportador, puesto que el trabajo en el sector exportador se incrementa mientras que existe una mínima reducción del trabajo en el sector no transable. El salario en la economía artificial se incrementa.



Gráfica No. 37

En el tercer bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 38, se ve que la inversión total disminuye en ambos sectores. Esto es debido a que tanto el consumo como la inversión en ambos sectores proviene de la producción del sector no transable, la cual disminuye. Además, se observa un mejoramiento en la posición de pasivos externos netos al igual que en el flujo de los intereses de la misma, generado por un mejoramiento de los ingresos de las familias por el incremento en el

precio relativo del bien exportado. La productividad marginal del capital, en términos del bien importado, en el sector exportador, dado que la función de producción es Cobb-Douglas y que en el primer período el capital no reacciona, al aumentar el uso de los otros dos insumos productivos (trabajo y bien importado) aumenta. Por otro lado, la productividad marginal del capital en el sector no transable, en términos del bien importado, aumenta mínimamente; esto debido al aumento mínimo observado en el uso del bien importado en dicho sector.

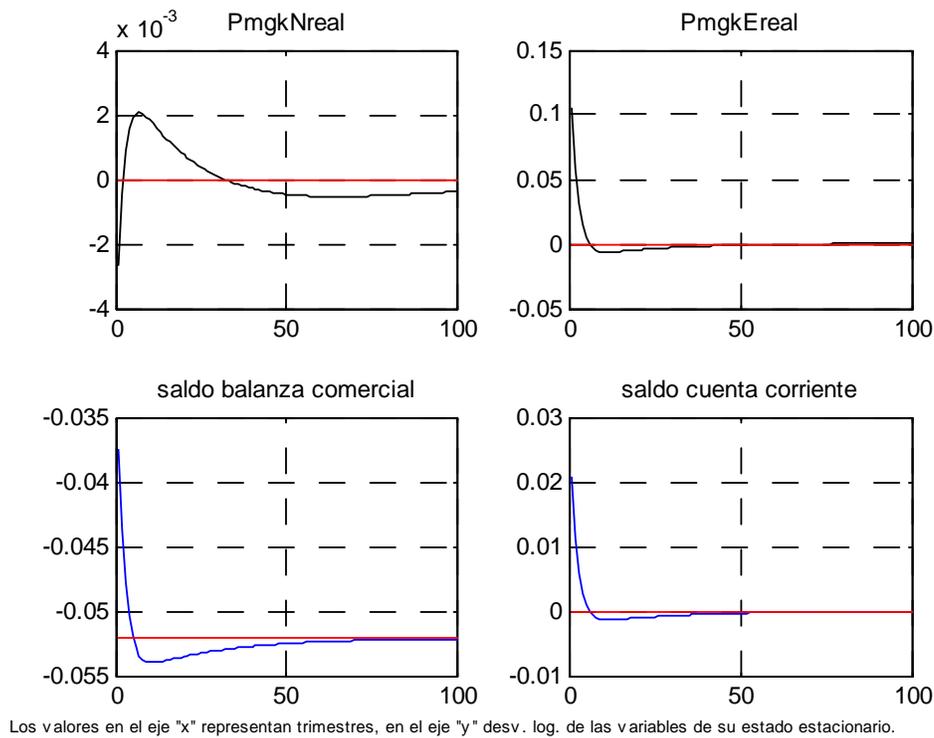


Los valores en el eje "x" representan trimestres, en el eje "y" dev. log. de las variables de su estado estacionario.

Gráfica No. 38

Por último, en el bloque final de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 39, se puede observar que la productividad marginal de capital, en términos reales, en el sector exportador, se incrementa, al igual que en términos del bien importado, mientras que en términos reales, la productividad marginal del capital en el sector no transable; disminuye, esto se puede explicar debido a que la participación del trabajo en la función de producción Cobb-Douglas es mayor que la participación del bien importado, por lo cual ante una disminución en el trabajo y un aumento mínimo en el insumo del bien importado, domina el efecto del trabajo en dicho sector en términos reales. El saldo de la balanza comercial mejora, debido a

que el incremento en la producción del bien exportado es mayor que el incremento en las importaciones totales en ambos sectores, lo cual hace que exista un mejoramiento en dicho saldo. Por último, el saldo de la cuenta corriente se ve mejorado tanto por el mayor incremento en la producción del bien exportado respecto de las importaciones como de la reducción de la deuda externa que hace que los intereses de dicha deuda sean menores.



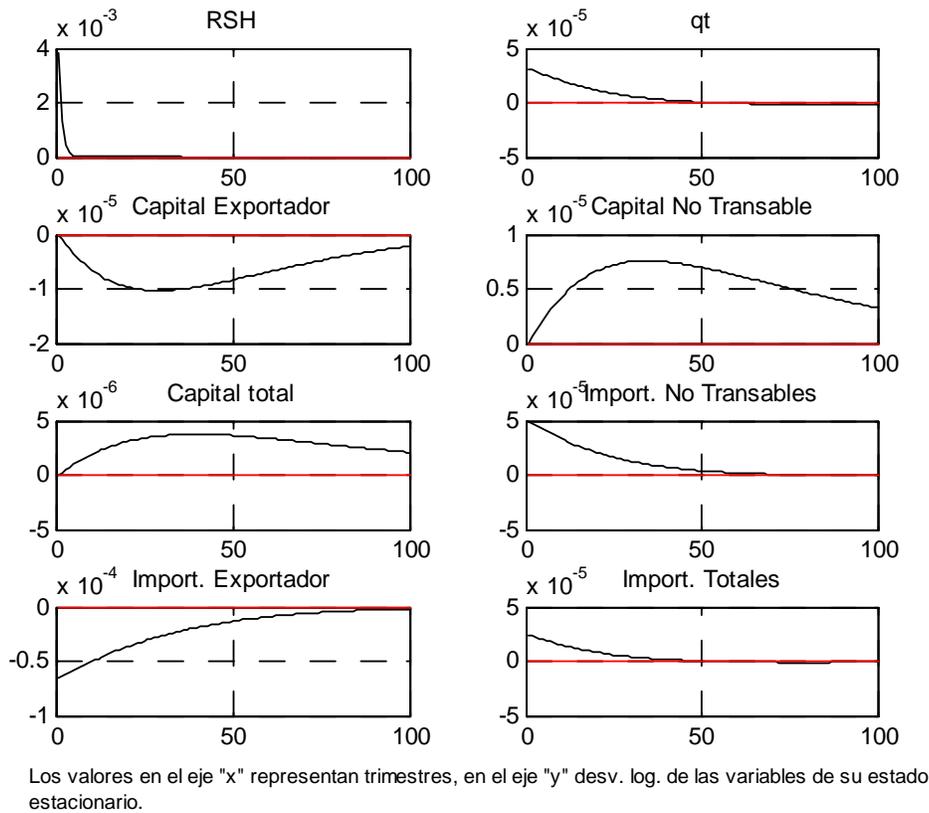
Gráfica No. 39

C.2. Impulso Respuesta: Shock transitorio al cociente remesas/pib (RSH_t)

Se aplicó un shock transitorio al flujo de remesas para ver la reacción de las principales variables en el modelo a dicho shock. La magnitud del shock fue de una desviación estándar. Se observa que la reacción de las variables en el modelo es muy

débil, lo cual es debido a que la magnitud del shock que se está aplicando es de una desviación estándar e igual a 0.0038. Las variables son presentadas como desviaciones logarítmicas de su estado estacionario, excepto el saldo de la balanza comercial y de la cuenta corriente, las cuales se presentan en niveles.

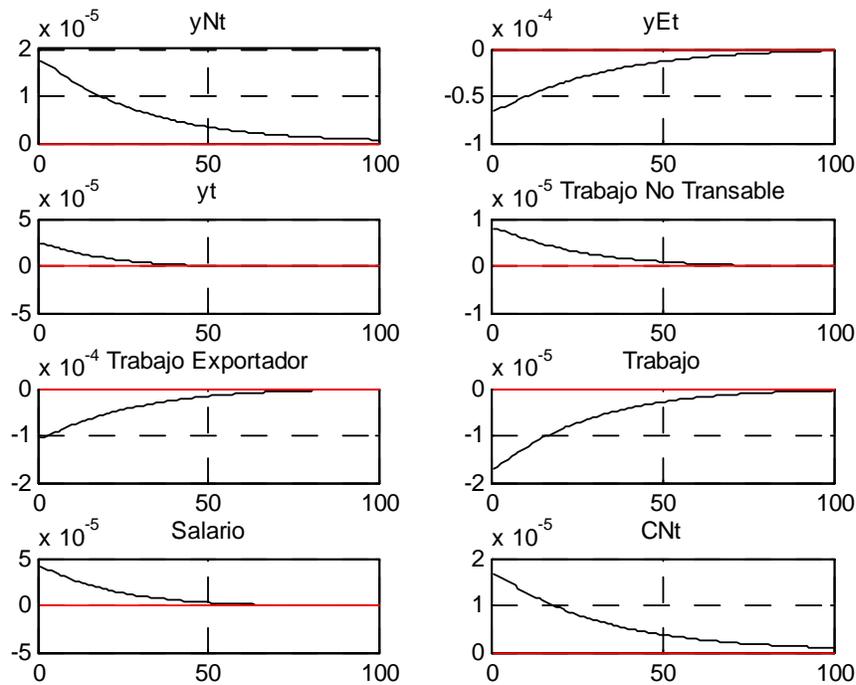
En el primer bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 40, se puede apreciar que, ante un shock transitorio en las remesas se observa una mayor apreciación en el tipo de cambio real de equilibrio. Con los recursos adicionales, por las remesas, se produce un aumento en el uso del bien importado en el sector no transable, mientras que se presenta una reducción del uso del insumo importado en el sector exportador. En el agregado, puesto que las familias tienen mas riqueza, aumenta el uso del bien importado.



Gráfica No. 40

En el segundo bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 41, se puede apreciar que las familias utilizan su mayor riqueza para aumentar

su consumo. En el modelo aumenta el consumo del bien no transable, el cual es el único bien que se consume y que les genera utilidad. Para ello, requieren aumentar la producción de dicho bien, lo cual hace que aumente la producción del bien no transable, mientras que se observa una reducción en la producción del bien exportado, lo cual puede explicarse debido a que el bien exportado, dentro del modelo, sirve únicamente para poder comprar el insumo importado; pero en este caso, los ingresos adicionales recibidos por el flujo de remesas les permite a las familias comprar dicho bien, produciendo menos del bien exportado. En el agregado, se ve un aumento en la producción total, la cual está en términos del bien importado. En cuanto al trabajo, se puede apreciar que en el sector no transable existe un aumento en el trabajo utilizado, mientras que existe una disminución de trabajo en el sector exportador. En cuanto al trabajo total, se puede apreciar que existe una reducción, a pesar de que el salario aumenta. Al ser las familias más ricas, necesitan trabajar menos para poder consumir el bien de la economía; para motivarlas a trabajar es necesario que el salario aumente, aunque al ser más ricas, trabajan menos porque consumen más ocio.

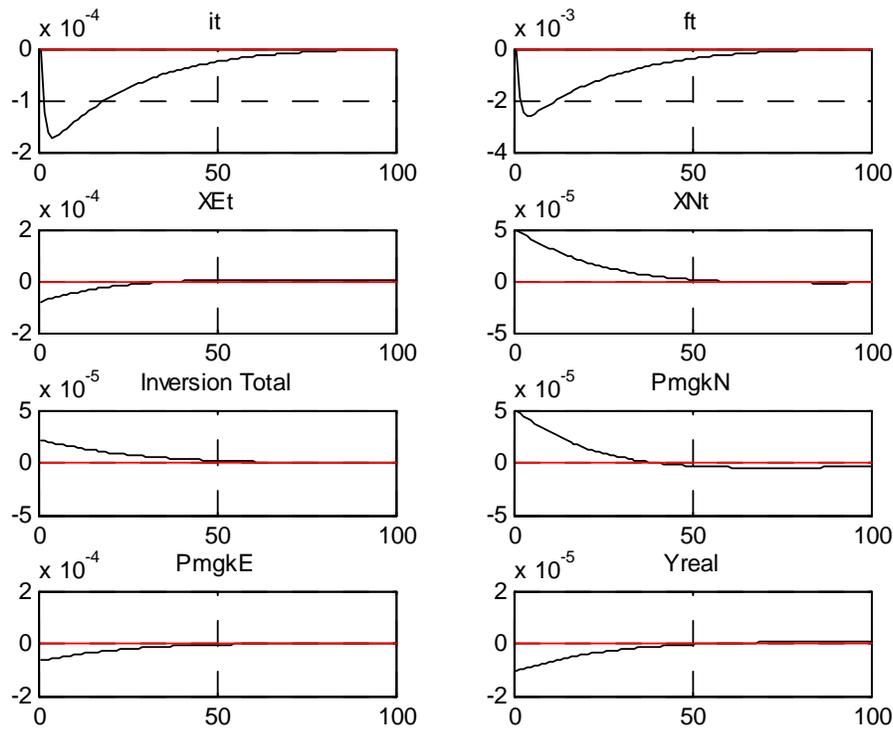


Los valores en el eje "x" representa trimestres, en el eje "y" desv. log. de las variables de su estado estacionario

Gráfica No. 41

En el tercer bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica

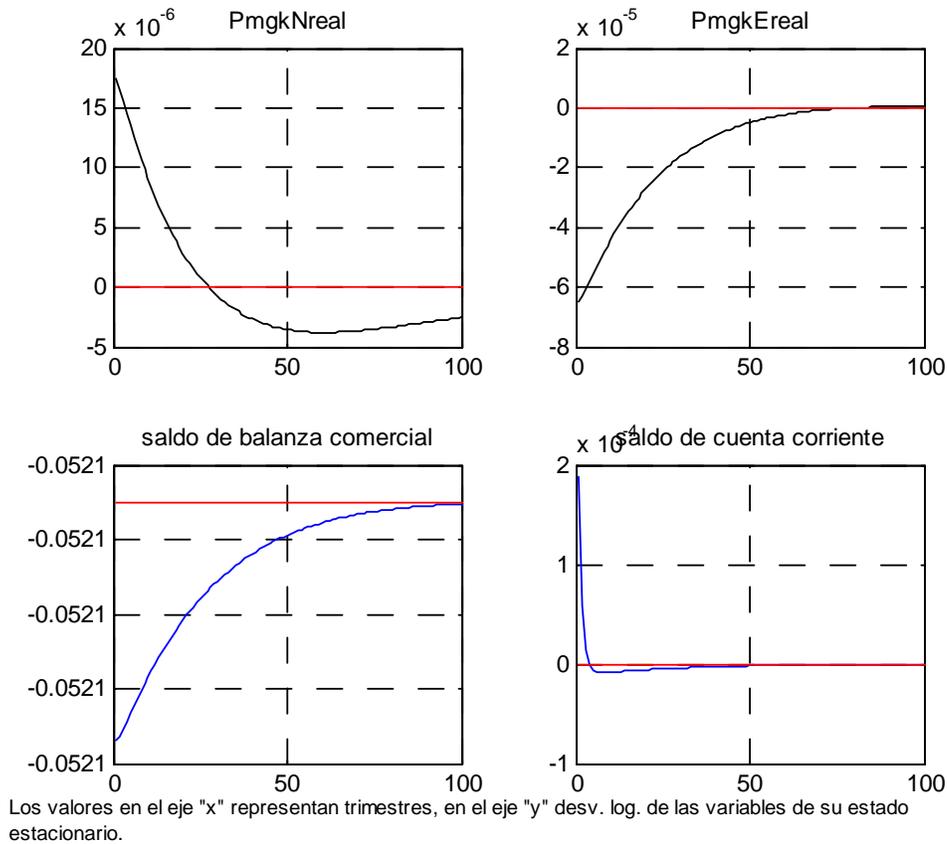
No. 42, es importante señalar que, dado que en el modelo tanto el consumo como las inversiones de los dos sectores provienen de la producción del sector no transable, ante un aumento en la producción de dicho sector se produce un incremento en la inversión total. Nuevamente se ve que la inversión en el sector no transable aumenta puesto que aumenta la producción en dicho sector, mientras que en el sector exportador se produce una reducción en la inversión, la cual es explicada por el hecho de que la producción el sector exportador disminuye. Puesto que las familias son más ricas, su posición de pasivos externos es más favorable, lo cual hace que se reduzca la deuda externa, así como los intereses de la misma. Por último, se puede apreciar que la productividad marginal del capital en el sector no transable, en primera instancia, dado que el capital no reacciona en el primer período y que en el modelo la función de producción es Cobb-Douglas, se incrementa debido al mayor uso de los otros dos insumos (trabajo y bien importado); mientras que la productividad marginal del capital en el sector exportador, en primera instancia, disminuye por la reducción del uso de los otros dos insumos: trabajo y bien importado, manteniéndose en el primer período sin reacción el capital en ese sector.



Los valores en el eje "x" representan trimestres, en el eje "y" desv. log. de las variables de su estado estacionario.

Gráfica No. 42

Por último, en el cuarto bloque de gráficas de impulso respuesta, presentado en la gráfica No. 43, las productividades marginales en términos reales tanto del capital en el sector no transable como en el sector exportador, se comporta de igual forma que las observadas en términos nominales. El saldo en la balanza comercial se ve disminuido, debido a que, dada la mayor riqueza de las familias, disminuye la producción del bien exportado en el modelo, que son las exportaciones en la economía, y se produce un aumento en el uso del insumo del bien importado, que representan las importaciones de la economía. Finalmente, el saldo de cuenta corriente se ve mejorado, debido al flujo de remesas y a que existe una reducción en la deuda externa.



Gráfica No. 43

D. Apéndice: Definición de Variables y Parámetros del Modelo

D.1. Definición de Variables

- A_t = Factor de productividad en la producción del bien no transable.
- $C_{N,t}$ = Consumo de bienes no transables en términos de ese bien.
- f_t = posición de pasivos externos netos.
- g^E = Función de costos de ajuste de inversión en capital en el sector exportador.
- g_N = Función de costos de ajuste de inversión en capital en el sector no transable.
- h_t = Fracción de tiempo total ofrecida por las familias indistintamente en los sectores no transables y exportado.
- h_t^E = Fracción de tiempo utilizado por la firma del sector exportador para producir el bien exportado.
- h_t^N = Fracción de tiempo requeridas por la firma del sector no transable para producir el bien no transable.
- i_t = Tasa de interés sobre la deuda externa neta $-f_t$.
- i_t^* = Tasa de interés libre de riesgo del modelo.
- $k_{E,t}$ = Capital en el sector exportados ofrecido por las familias, en términos del bien no transable.
- k_t^E = Capital requerido por la firma del sector exportador para producir el bien exportado medido en términos del bien no transable.
- $k_{N,t}$ = Capital en el sector no transable ofrecido por las familias medido en términos del bien no transable
- k_t^N = Capital requerido por la firma del sector no transable para producir el bien no transable medido en términos del bien no transable.
- p_t^E = Precio del bien exportado, medido en unidades nominales arbitrarias.
- p_t^I = Precio del bien importado, medido en unidades nominales arbitrarias.
- p_t^N = Precio del bien no transable medido en unidades nominales arbitrarias.
- $q_t = \frac{p_t^N}{p_t^I}$ = Tipo de cambio real de equilibrio, medido en términos del bien importado por unidad del bien no transable.
- $Q_t = \frac{p_t^N}{p_t^E} =$ = Términos de intercambio en el modelo, medido en términos del bien importado por unidad del bien exportado.
- r_t^E = Costo de renta de capital en el sector exportador medido en términos del bien importado por unidad de capital.
- r_t^N = Costo de renta de capital en el sector no transable medido en términos del bien importado por unidad de capital.
- $U(C_{N,t}, h_t)$ = Función de utilidad de las familias.

ω_t = Salario obtenido por las familias por prestar sus servicios de trabajo a las firmas en los sectores no transable y exportador, medido en términos del bien importado por unidad de tiempo.

$x_{E,t}$ = Inversión de capital en el sector exportados, medido en términos del bien no transable.

$x_{N,t}$ = Inversion de capital en el sector no transable, medido en términos del bien no transable.

$y_{m,t}^E$ = Cantidad el bien importado requerido como insumo por la firma del sector exportador para producir el bien exportado.

y_t^E = Producción del bien exportado.

y_t = Producción total de la economía en términos del bien importado es igual al pib a precios corrientes.

$y_{m,t}^N$ = Cantidad del bien importado requerido como insumo por la firma del sector no transable para producir el bien no transable.

y_t^N = Producción del bien no transable.

z_t = Factor de productividad en la producción del bien exportado.

RSH_t = Proporción de remesas respecto del PIB.

D.2. Parámetros del Modelo

δ^N = Tasa de depreciación por uso del capital en el sector no transable.

δ^E = Tasa de depreciación por uso del capital en el sector exportador.

a = Parámetro de preferencia por el consumo del bien no transable en la función de utilidad de las familias.

ψ = Parámetro de Escala de la prima de riesgo.

α_t^N = Proporción de utilización del capital de la firma en el sector no transable.

α_t^E = Proporción de utilización del capital de la firma en el sector exportador.

ζ_t^N = Proporción de utilización del trabajo de la firma en el sector no transable.

ζ_t^E = Proporción de utilización del trabajo de la firma en el sector exportador.

ε_{t+1}^z = Shock estocástico aplicado al factor de productividad en la función de producción del bien exportado.

ε_{t+1}^A = Shock estocástico aplicado al factor de productividad en la función de producción del bien no transable.

ε_{t+1}^Q = Shock estocático aplicado a los términos de intercambio.

ε_{t+1}^{RSH} = Shock estocático aplicado a la proporción de remesas/pib.

ρ_z = Parámetro autorregresivo de primer orden para el proceso estocástico del factor de productividad aplicado a la producción del bien exportado.

ρ_A = Parámetro autorregresivo de primer orden para el proceso estocástico del factor de productividad aplicado a la producción del bien no transable.

ρ_Q = Parámetro autorregresivo de primer orden para el proceso estocástico de los términos de intercambio

ρ_{RSH} = Parámetro autorregresivo de primer orden para el proceso estocástico de la proporción de remesas/pib.

A_{ee} = Nivel de estado estacionario del factor de productividad de la firma del sector no transable..

$\overline{f_{ee}}$ = Nivel de estado estacionario de la posición de pasivos externos netos.

Q_{ee} = Nivel de estado estacionario de los términos de intercambio

RSH_{ee} = Nivel de estado estacionario del ratio remesas/pib.

z_{ee} = Nivel de estado estacionario del factor de productividad de la firma del sector exportador

Referencias

- [1] Balassa, Bela (1964) .“The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal”, Journal of Political Economy 72, pp. 584-596
- [2] Catalán Herrera, Juan Carlos (2007) .Emigrant Remittances: Both Poverty Relief and Dutch Disease for Guatemala. April. Working Paper
- [3] Edwards, Sebastian (1988).“Real and Monetary Determinants of Real Exchange Rate Behavior: Theory and Evidence from Developing Countries”.September. UCLA Working Paper Number 506.
- [4] Hamann, Julio, Restrepo and Riascos (2004). “Inflation Targeting in a Small Open Economy: The Colombian Case”.October. Working Paper
- [5] Harberger, Arnold (2004) .“The Real Exchange Rate: Issues of Concept and Measurement University of California, Los Angeles, Conference in honor of Michael Mussa”.Working Paper, www.econ.ucla.edu/harberger.
- [6] Kehoe and Ruhl (2008). Are Shocks to the Terms of Trade Shocks to Productivity?. Research Department Staff Report 391, Federal Reserve Bank of Minneapolis. April.
- [7] Klein, Paul (2000) .“Using the generalized Shur form to solve a multivariate linear rational expectations model. Journal of Economic Dynamics and Control”, 24 pp. 1405 - 1423
- [8] Neary, Peter (1988) “Determinants of the equilibrium real exchange rate”. American Economic Review, Vol. 78 # 1,march, pp. 201-215
- [9] Obstfeld, Maurice and Rogoff, Kenneth (1996) “Foundations of International Macroeconomics”, Cambridge, MA MIT Press
- [10] Obstfeld, Maurice and Rogoff Kenneth (1999). “New Directions for Stochastic Open Economy Models”, August. NBER Working Paper Series.
- [11] Samuelson, Paul (1964), “Theoretical Notes on Trade Problems”, Review of Economic and Statistics 23 pp. 1 - 60
- [12] Schmitt-Grohé, Stephanie (2002),“ Closing Small Open Economy Models”, October. NBER Working Paper Series
- [13] World Economic Outlook (2008), Housing and the Business Cycle.April. International Monetary Fund.