

Política monetaria óptima bajo mercados incompletos de activos. *Una aplicación para Brasil, Chile, Colombia, México y Perú.*

Ramón Eduardo Hernández Ortega ¹

¹Estudiante de Maestría, Facultad de Economía, Universidad del Rosario

Resumen

Con el fin de determinar si los Bancos Centrales de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú pueden mejorar el desempeño de sus decisiones de política monetaria, este trabajo cumple con tres objetivos. El primero es derivar la regla de política óptima para el banco central consistente con el modelo de economía pequeña y abierta con mercado incompleto de activos presentado por De Paoli (2009b); el segundo, estimar los parámetros estructurales del modelo a través de técnicas bayesianas y el tercero, evaluar el desempeño de la regla de política monetaria que actualmente sigue el banco central contra la regla óptima derivada del modelo a través de la función de pérdida de bienestar, medida que no ha sido utilizada extensamente en el análisis de economías de la región.

El principal resultado de este trabajo es que economías con un régimen de inflación objetivo y con un grado bajo de sustitución entre bienes locales y extranjeros, tiene un mayor espacio para mejorar el bienestar de sus ciudadanos a través del control de la volatilidad de la tasa de cambio.

1. Introducción

El debate sobre cuál es la forma en que un Banco Central debería llevar su política monetaria parecía estar resuelto con el esquema de inflación objetivo, sin embargo, la crisis financiera de 2008 y sus consecuencias sobre la economía mundial lo han abierto de nuevo. Por ejemplo, como respuesta a la crisis, la Reserva Federal (Fed) recurrió al uso de política monetaria no

convencional y posteriormente también lo harían el Banco Central Europeo (BCE) y el Banco de Japón.

Además el reciente choque negativo sobre el precio de las materias primas, en especial sobre el precio del petróleo, generó presiones inflacionarias, fuertes depreciaciones de las monedas y desaceleración del crecimiento económico en algunas de las economías latinoamericanas, lo que ha implicado retos para la política monetaria.

Tanto las consecuencias como las medidas frente a estos choques han sido heterogéneas en la región, por lo que es relevante preguntarse si es necesario repensar la forma en que se lleva a cabo la política monetaria, como lo hizo en su momento la Fed, el BCE y el Banco de Japón, o si por el contrario la regla de política monetaria actual sigue siendo la mejor respuesta de la autoridad monetaria a la realidad puntual de cada país.

Por todo lo anterior, el trabajo de De Paoli (2009b), un modelo de equilibrio general, dinámico y estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) de economía pequeña y abierta bajo diferentes estructuras de mercado, resulta interesante, pues a pesar de no derivar una regla de política óptima para el banco central, sí deriva la función de pérdida.

Al incluir diferentes estructuras de mercado de activos, De Paoli concluye que cuando un país logra un *risk sharing*¹ perfecto con el resto del mundo, y los bienes locales y extranjeros son sustitutos, restringir la volatilidad de la tasa de cambio puede llevar a un nivel de bienestar mayor que una política monetaria de inflación objetivo, pero no ocurre lo mismo cuando el *risk sharing* es imperfecto.

En el caso de mercados incompletos, la relación entre producto y consumo es importante² por lo cual, intentar reducir la desutilidad de producir conllevará, inevitablemente, a una

¹El *risk sharing* es la capacidad de diversificar riesgos asegurables. Por ejemplo: los habitantes de un país pueden tener la posibilidad de intercambiar activos financieros con el extranjero y así asegurarse contra los riesgos específicos de su país y disminuir los efectos adversos sobre su consumo de bienes y servicios.

²Por ejemplo, en el caso de autarquía financiera, en donde los agentes no tienen acceso al mercado internacional de activos, el consumo debe ser financiado en su totalidad por producción doméstica.

reducción de la utilidad del consumo. Por tanto, la estructura del mercado de activos puede afectar el desempeño las reglas de política que se implementen.

Este trabajo propone, a diferencia de los resultados obtenidos por De Paoli (2009b), derivar la regla de política óptima para el banco central, estimar los parámetros profundos del modelo a través de técnicas bayesianas y utilizar la medida de bienestar obtenida a través de la función de pérdida para comparar el desempeño de la regla de política actual con el de la regla óptima en Brasil, Chile, Colombia, México y Perú.

El principal resultado es que economías con un régimen de inflación objetivo y con un grado bajo de sustitución entre bienes locales y extranjeros, tiene un mayor espacio para mejorar el bienestar de sus ciudadanos a través del control de la volatilidad de la tasa de cambio.

Se eligen estos cinco países de la región por varios motivos: el primero es que todos son países con un régimen de inflación objetivo; en segundo lugar, todos son economías pequeñas y abiertas³; y tercero, porque existen diferencias en el perfil de comercio que permiten explotar el principal resultado del trabajo de De Paoli: países con diferentes perfiles de comercio internacional (medido a partir del grado de sustitución de los bienes locales y foráneos) y diferentes estructuras de mercado de activos (mercados, completos, incompletos y autarquía) pueden beneficiarse de diferentes especificaciones de reglas de política monetaria.

Este trabajo se compone de seis secciones, incluida esta introducción. La segunda es una revisión de la literatura sobre modelos DSGEs para economías pequeñas y abiertas, mercados incompletos y bienestar, la tercera presenta las principales características del modelo base, la cuarta resume el método de estimación utilizado, en la quinta sección se analizan los resultados en términos de bienestar y el mecanismo de transmisión de la política monetaria y finalmente las conclusiones.

³Son economías pequeñas y abiertas porque ninguna de ellas influye en los precios internacionales

2. Literatura

En comparación con los mercados financieros completos, los mercados incompletos tienen ciertos impedimentos que no le permiten a los agentes transferir de manera perfecta el riesgo, es decir, los choques a los que puede estar expuesto un individuo no son totalmente asegurables, pues no existe un conjunto completo de activos contingentes *Arrow-Debreu* que les permita hacerlo, por lo cual el resultado final es un equilibrio que no es Pareto eficiente.

Parte de la literatura sobre el tema ha coincidido en que la optimalidad de las políticas se puede ver afectada por la presencia de choques externos, como los que enfrenta actualmente la región, pero también es necesario preguntarse si esta optimalidad se ve afectada por el *risk sharing*.

Clarida et al. (1998) y Galí y Monacelli (2005) muestran que el problema de política en una economía pequeña y abierta puede ser diferente al que se tendría en una economía cerrada. Sus resultados sugieren que los responsables de la política monetaria en una economía abierta deben responder solamente a los movimientos de los precios domésticos y no habría espacio para políticas que busquen estabilizar la tasa de cambio.

Por su parte, Laflèche (1996) señala los canales por los cuales las variaciones de la tasa de cambio se transmite a la inflación pueden ser clasificados en directos e indirectos. En los directos esa transmisión se da a través de la variación en los precios de los bienes finales e intermedios que son importados, por lo que una devaluación generaría un aumento no sólo en los bienes finales importados sino también en los bienes locales que requieren de insumos importados.

Como canales indirectos señala la sustitución de productos importados y la competitividad que ganan los productos transables. Una devaluación generará un aumento de demanda por bienes locales que son sustitutos de los importados y como la oferta tiende a ser inelástica en el corto plazo, ese aumento de demanda genera presiones sobre el nivel de precios de estos bienes.

Adicionalmente, un tipo de cambio alto hace más competitivo el precio de las exportaciones, generando presiones de demanda externa de los bienes locales que son transables.

El trabajo de Faia y Monacelli (2008) enmarca el uso de política monetaria en un modelo de economía pequeña y abierta con rigideces nominales y sesgo por el consumo de bienes locales (*home bias in trade*). Estos autores afirman que el sesgo es una condición suficiente para inducir a los responsables de política monetaria de una economía abierta a desviarse de una estrategia de estabilidad estricta del *markup* y contemplar algún grado de estabilización de la tasa de cambio. Además, muestran que el grado de elasticidad de sustitución entre los bienes locales y extranjeros afecta el grado en que el banco central desea estabilizar la tasa de cambio, con el fin de mejorar el bienestar de los individuos.

Por su parte, Kitano y Takaky (2014) muestran que una regla de política monetaria que tiende a estabilizar la tasa de cambio es superior a una regla de Taylor basada en la inflación doméstica en los casos de economías con mercados incompletos y fricciones financieras importantes, es decir, cuando el mercado financiero de un país es poco desarrollado, una estrategia de política basada en un régimen cambiario será más apropiada que un régimen de inflación objetivo.

De Paoli (2009b) muestra que los movimientos de la tasa de cambio afectan la relación entre la utilidad del consumo y la desutilidad de trabajar, y que cerrar la brecha en el producto no necesariamente elimina la brecha en la tasa de cambio, razón por la cuál la autoridad monetaria debe incluir la brecha de la tasa de cambio en su regla de política.

Benigno (2009) y De Paoli (2009b), estudian las implicaciones de mercados incompletos en una economía con características similares a las de Faia y Monacelli (2008) y basados en el modelo de Galí y Monacelli (2005). Ellos muestran que la inclusión de mercados incompletos y la forma en que la economía local se relaciona con las externas podrían justificar que el Banco Central se desvíe de una política estricta de inflación objetivo. Además, hacen una evaluación

del bienestar de los agentes de la economía a través de una función de bienestar microfundada en el modelo y que es directamente obtenida de la de utilidad de los hogares.

En cuanto a mediciones de bienestar, Obstfeld y Rogof (1998) y Corsetti y Pesenti (2001), en línea con lo que concluye De Paoli (2009), afirman que el bienestar de una economía está influenciado por una externalidad en los términos de intercambio ocasionada por el hecho de que los productos importados no son sustitutos perfectos de los bienes producidos en el país, y como resultado, para el planificador central puede ser deseable explotar cierto grado de monopolio. Así, además de las rigideces nominales, el bienestar se ve afectado por distorsiones de monopolio y distorsiones externas.

En cuanto a modelos de equilibrio general, exceptuando México⁴, los bancos centrales de cada uno de los países en estudio cuentan con uno: Brasil tiene el *Stochastic Analytical Model with Bayesian Approach* (SAMBA), Chile el Modelo para el Análisis y Simulaciones (MAS), Colombia el *Policy Analysis Tool Applied to Colombian Needs* (PATACON) y finalmente Perú tiene el Modelo de Equilibrio General con Dolarización (MEGA-D).

3. Modelo

3.1. Principales características

El modelo presentado por De Paoli (2009b) representa una economía pequeña y abierta derivada de una dinámica de equilibrio general de dos países y es una extensión del modelo de Galí y Monacelli (2005). Sus principales características son:

- Existe una economía pequeña y abierta, y el resto del mundo.
- Competencia monopolística y rigideces de precios. Aspecto que hace relevante la política monetaria.

⁴Para México se han realizado ejercicios de equilibrio general, pero el Banco de México no tiene un modelo DSGE presentado como oficial.

- Ajuste de precios á la Calvo.
- Es una economía sin dinero.
- Estructura de mercado: A pesar que De Paoli implementa tres estructuras de mercado: completa, incompleta y autarquía, en este trabajo solamente se tendrá en cuenta la estructura de mercados incompletos, que corresponde a la realidad de los países estudiados.
 - Se asume que los agentes pueden tranzar bonos libres de riesgo denominados en moneda local y extranjera.
 - Los bonos en moneda local solo son tranzados por los hogares del país local. Esto implica que son cero en equilibrio.
 - El mercado de bonos denominados en moneda extranjera está sujeto a un costo de transacción. Este costo es proporcional a la posición neta de activos agregada del país.
 - Si la economía pequeña y abierta es un deudor neto, los agentes de ese país pagan una prima de riesgo sobre la tasa de interés externa cuando piden prestado en el extranjero. En caso de que esa economía sea un prestamista neto, los agentes de esa economía recibirían una tasa de retorno menor que la tasa de interés externa cuando prestan en moneda extranjera.
 - El diferencial en las tasas de interés, interna y externa, es la remuneración de los intermediarios internacionales y se asume que será repartido de forma equitativa entre las familias del país extranjero. La importancia de este costo de intermediación es porque soluciona problemas de estacionariedad.

3.2. Preferencias

Se considera la existencia dos países, el país local (H) y el resto del mundo (F). La economía mundial está compuesta por un *continuum* de agentes de masa igual a 1. La población en el segmento $[0,n)$ se encuentran en el país H y el segmento $[n,1]$ en el país F. La función de utilidad del consumidor j en el país H está dada por:

$$U_t = E_t \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \left[U(C_s) - \frac{1}{n} \int_0^n V(y_s^j, \epsilon_s) dj \right] \quad (1)$$

En este trabajo, la función de utilidad tiene la siguiente forma funcional:

$$U(C_t) = \frac{C_t^{1-\rho}}{1-\rho} ; V(y_s^j, \epsilon_s) = \frac{\epsilon_{Y,t}^{-\eta} y_t^{1+\eta}}{1+\eta} \quad (2)$$

Los hogares obtienen utilidad del consumo y contribuyen a la producción de todos los bienes domésticos $U(C_t)$ y por ello obtienen una desutilidad $\frac{1}{n} \int_0^n V(y_s^j, \epsilon_s) dj$. Los agentes participan en la producción de todos los bienes y reciben una participación igual de las ganancias de la producción. Los choques de productividad están dados por ϵ_s y C es una función tipo CES agregadora de los bienes de ambos países, definida por:

$$C = \left[v^{\frac{1}{\theta}} C_H^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1-v)^{\frac{1}{\theta}} C_F^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (3)$$

Donde θ , representa la elasticidad intratemporal de sustitución entre los bienes producidos en el país H y el país F, C_F y C_H . Además, $(1-v)$ es función del tamaño relativo de la economía foránea $(1-n)$ y el grado de apertura λ . Específicamente $(1-v) = (1-n)\lambda$.

Y de igual forma para el resto del mundo:

$$C^* = \left[v^{*\frac{1}{\theta}} C_H^{*\frac{\theta-1}{\theta}} + (1-v^*)^{\frac{1}{\theta}} C_F^{*\frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (4)$$

con $v^* = n\lambda$, que representa la preferencia de los consumidores del país F por bienes procedentes del país H.

Los subíndices $C_H(C_H^*)$ y $C_F(C_F^*)$ representan los consumos local (del resto del mundo) de los productos diferenciados producidos en los países H y F. Estos consumos se definen como:

$$C_H = \left[\left(\frac{1}{n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_0^n c(z)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dz \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad C_F = \left[\left(\frac{1}{1-n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_n^1 c(z)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dz \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (5)$$

$$C_H^* = \left[\left(\frac{1}{n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_0^n c^*(z)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dz \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad C_F^* = \left[\left(\frac{1}{1-n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_n^1 c^*(z)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dz \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (6)$$

donde $\sigma > 1$ es la elasticidad de sustitución entre los productos diferenciados. Dado esto, el índice de precios está dado por:

$$P = [vP_H^{1-\theta} + (1-v)P_F^{1-\theta}]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (7)$$

$$P^* = [vP_H^{*1-\theta} + (1-v^*)P_F^{*1-\theta}]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (8)$$

donde $P_H(P_H^*)$ representan los precios de los bienes producidos en el país H expresados en moneda doméstica (extranjera) y $P_F(P_F^*)$ representan los precios de los bienes producidos en el país F expresados en moneda doméstica (extranjera):

$$P_H = \left[\left(\frac{1}{n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_0^n p(z)^{1-\sigma} dz \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}, \quad P_F = \left[\left(\frac{1}{1-n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_n^1 p(z)^{1-\sigma} dz \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (9)$$

$$P_H^* = \left[\left(\frac{1}{n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_0^n p^*(z)^{1-\sigma} dz \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}, \quad P_F^* = \left[\left(\frac{1}{1-n} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \int_n^1 p^*(z)^{1-\sigma} dz \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (10)$$

Se asume que la ley de un solo precio se mantiene, entonces:

$$p(h) = Sp^*(h) \text{ y } p(f) = Sp^*(f) \quad (11)$$

donde S_t es la tasa de cambio nominal, denotada como los precios del país extranjero en términos de los de la economía local.

Al tomar las ecuaciones (7) y (8) con la condición (11), esto implica que $P_H = SP_H^*$ y $P_F = SP_F^*$. Pero como muestran las ecuaciones (9) y (10), existe una desviación del poder de paridad de compra y por tanto $P \neq SP^*$. Por esta razón, definimos la tasa de cambio real como: $Q \equiv \frac{SP^*}{P}$.

A partir de las preferencias de los consumidores, podemos derivar la demanda total para cada uno de los bienes h , producidos en el país H, y la demanda para el bien f producidos en el país F.

$$y_t^d(h) = \left[\frac{p_t(h)}{P_{H,t}} \right]^{-\sigma} \left\{ \left[\frac{P_{H,t}}{P_t} \right]^{-\theta} \left[vC_t + \frac{v^*(1-n)}{n} \left(\frac{1}{Q_t} \right)^{-\theta} C_t^* \right] + G_t \right\} \quad (12)$$

$$y_t^d(f) = \left[\frac{p_t(f)}{P_{F,t}} \right]^{-\sigma} \left\{ \left[\frac{P_{F,t}}{P_t} \right]^{-\theta} \left[\frac{(1-v)n}{1-n} C_t + (1-v^*) \left(\frac{1}{Q_t} \right)^{-\theta} C_t^* \right] + G_t^* \right\} \quad (13)$$

donde G_t y G_t^* son choques de gobierno específicos de cada país. También se asume que el sector público de cada país consume bienes producidos en su país.

La restricción de cada uno de los gobiernos, local y extranjero, estaría dada por:

$$\tau_t \int_0^n p_t(h) y_t(h) dh = nP_{H,t}(G_t + Tr_t) \quad (14)$$

$$\tau_t \int_n^1 p_t^*(f) y_t^*(f) df = nP_{F,t}^*(G_t^* + Tr_t^*) \quad (15)$$

Las fluctuaciones en los impuestos, $\tau_t(\tau_t^*)$, o del gasto del gobierno, $G_t(G_t^*)$, son exógenas y completamente financiadas por transferencias de suma fija, $Tr_t(Tr_t^*)$, hechas en forma de

bienes domésticos(extranjeros).

Por último, para introducir el hecho de que nuestra economía es pequeña y abierta, usamos la definición de v y v^* y tomamos el límite cuando $n \rightarrow 0$. Como consecuencia de esto, las ecuaciones (12) y (13) pueden ser reescritas como:

$$y_t^d(h) = \left[\frac{p_t(h)}{P_{H,t}} \right]^{-\sigma} \left\{ \left[\frac{P_{H,t}}{P_t} \right]^{-\theta} \left[(1 - \lambda)C_t + \lambda \left(\frac{1}{Q_t} \right)^{-\theta} C_t^* \right] + G_t \right\} \quad (16)$$

$$y_t^d(f) = \left[\frac{p_t(f)}{P_{F,t}} \right]^{-\sigma} \left\{ \left[\frac{P_{F,t}}{P_t} \right]^{-\theta} C_t^* + G_t^* \right\} \quad (17)$$

Las ecuaciones (16) y (17) muestran que los cambios externos en consumo afectan la demanda en una economía pequeña, pero que no ocurre lo mismo en el caso contrario. Además, movimientos en la tasa de cambio real no afectarán la demanda del resto del mundo.

3.3. Mecanismo de selección de precios

Los precios siguen una regla de ajuste parcial *á la Calvo* (1983). Los productores de los bienes diferenciados saben la forma funcional de la demanda individual (dadas las ecuaciones (16) y (17)) y maximizan sus beneficios tomando el promedio de los precios de mercado y el producto como dado. En cada periodo una fracción $\alpha \in [0, 1)$, elegida aleatoriamente entre los productores, no puede cambiar el precio nominal de los bienes que produce. La fracción restante $(1 - \alpha)$, elige de forma óptima su precio, maximizando el valor presente de sus ganancias futuras:

$$E_t \sum_{T=t}^{\infty} (\alpha\beta)^{T-t} \left[\frac{U(C_t, \epsilon_t)}{P_t} (1 - \tau_t) \tilde{p}_t(j) \tilde{y}_{t,T}(j) - V(\tilde{y}_{t,T}(j), \epsilon_t) \right]$$

La elección óptima de los productores que eligen el precio $\tilde{p}_t(j)$ en el momento T es:

$$\tilde{p}_t = \frac{E_t \sum_{T=t}^{\infty} (\alpha\beta)^{T-t} \mu_t [V_y(\tilde{y}_{t,T}(j), \epsilon_t) \tilde{y}_{t,T}(j)]}{E_t \sum_{T=t}^{\infty} (\alpha\beta)^{T-t} \left[\frac{U(C_t, \epsilon_t)}{P_t} \tilde{y}_{t,T}(j) \right]} \quad (18)$$

con $\mu_t = \frac{\sigma}{(\sigma-1)(1-\tau_t)}$. Como en este caso el impuesto varía en el tiempo, a las fluctuaciones que se originen por esta variación, se les conocerá como choques del *markup*.

Dado el mecanismo de elección á la Calvo, el índice de precios sigue la siguiente ley de movimiento:

$$(P_{H,t})^{1-\sigma} = \alpha P_{H,t-1}^{1-\sigma} + (1-\alpha)(\tilde{p}_t(h))^{1-\sigma} \quad (19)$$

El resto del mundo hace un mecanismo de elección de precios análogo a éste.

3.4. Mercado de activos

Siguiendo a De Paoli (2009b), *"la estructura del mercado financiero puede alterar significativamente la forma en que los choques idiosincráticos afectan el consumo, producto y otras variables macroeconómicas"*. Lo cual demuestra al comparar tres estructuras de mercados diferentes y encontrar efectos diversos en la forma en que un choque de productividad afecta el consumo, el producto y la tasa de interés real.

En este trabajo, se analizarán los resultados de mercados incompletos, caso relevante para la realidad de las economías emergentes y en especial de las economías de este estudio.

La restricción de los hogares estaría dada por:

$$P_t C_t + \frac{B_{H,t}}{(1+i_t)} + \frac{S_t B_{F,t}}{(1+i_t^*)\psi\left(\frac{S_t B_{F,t}}{P_t}\right)} \leq B_{H,t-1} + S_t B_{F,t-1} + \frac{(1-\tau_t) \int_0^n p_t(h) y_t(h) dh}{n} + P_{H,t} Tr_t \quad (20)$$

donde $B_{F,t}$ y $B_{H,t}$ representan los bonos nominales denominados en moneda extranjera y

local y, Tr_t son las transferencias del gobierno, hechas en forma de bienes domésticos.

La función $\psi()$ representa el costo de los prestamistas internacionales, que es creciente con el nivel agregado de deuda externa: $\psi'() < 0$.

Además, se asume que el valor de estado estacionario de la prima por riesgo es cero haciendo a $\psi(\bar{B}_F) = 1$.

Dado que los bonos denominados en moneda local solo los tranzan los hogares del país H, en el neto, la oferta de bonos en moneda local será cero.

Se asume que los hogares del país F tranzan solo en bonos denominados en moneda extranjera. Por tanto, su restricción presupuestal es:

$$P_t^* C_t^* + \frac{B_{F,t}}{(1+i_t^*)} B_{F,t-1} + \frac{(1-\tau_t^*) \int_n^1 p_t(f) y_t(f) df}{1-n} + P_t^* Tr_t^* + \frac{K}{1-n} \quad (21)$$

donde K representa los beneficios de la intermediación, los cuales son repartidos de forma equitativa entre los hogares del país F. El beneficio total de la intermediación está dado por:

$$K = \frac{B_{F,t}}{P_t^*(1+i_t^*)} \left[1 - \frac{Q_t}{\psi\left(\frac{S_t B_{F,t}}{P_t}\right)} \right] \quad (22)$$

Dada esta especificación, las elecciones intertemporales optimas son:

Elección óptima de los bonos denominados en moneda local:

$$U_c(C_t) = (1+i_t)\beta E_t \left[U_c(C_{t+1}) \frac{P_t}{P_{t+1}} \right] \quad (23)$$

Ecuación de Euler para el país F:

$$U_c(C_t^*) = (1+i_t^*)\beta E_t \left[U_c(C_{t+1}^*) \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \right] \quad (24)$$

Ecuación de Euler para el país H:

$$U_c(C_t) = (1 + i_t^*)\psi\left(\frac{S_t B_{F,t}}{P_t}\right)\beta E_t \left[U_c(C_{t+1}) \frac{S_{t+1} P_t}{S_t P_{t+1}} \right] \quad (25)$$

Note que las ecuaciones (23) y (25) implican que las tasas de interés entre países son diferentes.

3.5. Condiciones de equilibrio log-linealizadas

Las condiciones de equilibrio de esta economía están dadas por una demanda y oferta agregadas y por la existencia de mercados incompletos. Estas condiciones están representadas en términos de desviaciones logarítmicas respecto al estado estacionario (representadas por las letras minúsculas), y se derivan de las condiciones de equilibrio del modelo.

Además, se supone una función de utilidad logarítmica ($\rho = 1$) y el caso en que existe un estado estacionario que implica una posición neta de activos externos de cero.

Condiciones de equilibrio para la economía local:

$$\pi_t = \kappa(c_t + \eta y_t + \frac{\lambda}{1-\lambda} q_t - \eta \epsilon_t + \mu_t) + \beta E_t \pi_{t+1} \quad (26)$$

$$y_t = (1 - \lambda)c_t + \lambda c_t^* + \gamma q_t + g_t \quad (27)$$

$$E_t(c_{t+1} - c_t) = E_t(c_{t+1}^* - c_t^*) + E_t \Delta q_{t+1} - \delta b_t \quad (28)$$

$$\beta b_t = b_{t-1} + y_t - c_t - \frac{\lambda}{1-\lambda} q_t \quad (29)$$

Condiciones de equilibrio para la economía extranjera:

$$\pi_t^* = k(c_t^* + \eta y_t^* - \eta \epsilon_t^* + \mu_t^*) + \beta E_t \pi_{t+1}^* \quad (30)$$

$$y_t^* = c_t^* + g_t^* \quad (31)$$

Donde c_t y c_t^* representan el consumo local y del resto del mundo, y_t (y_t^*) el producto doméstico (del resto del mundo), q_t la tasa de cambio real, b_t los activos externos reales netos, y π_t (π_t^*) la inflación local (del resto del mundo). Mientras ϵ_t , g_t y μ_t presentan los choques de productividad, fiscales y de *markup*.

La ecuación (26) representa la curva de Phillips, la ecuación (27) muestra cómo la demanda de productos de la economía pequeña y abierta dependen del consumo local y externo y las ecuaciones (28) y (29), representan la especificación de mercados incompletos.

Adicionalmente, las dinámicas externas son representadas por la oferta y la demanda agregada, ecuaciones (30) y (31). Como se observa, éstas ecuaciones no se ven afectada por las variables locales y por tanto, la economía pequeña puede tratar a c_t^* como un choque exógeno.

Los parámetros del modelo se resumen en el Cuadro 1 .

Dados los choques exógenos ϵ_t , μ_t , g_t y c_t^* , el sistema de condiciones de equilibrio de esta economía pequeña y abierta se cierra al especificar una regla de política monetaria, la que se comparará con la regla óptima derivada del modelo.

Parámetro	
θ	Elasticidad intertemporal de sustitución
η^{-1}	Elasticidad del trabajo
λ	Grado de apertura
β	Factor de descuento subjetivo
σ	Elasticidad de sustitución entre los productos diferenciados
δ	Sensibilidad del costo de intermediación al nivel de la deuda externos
κ	$(1 - \alpha\beta)(1 - \alpha)/\alpha(1 + \sigma\eta)$
γ	$\theta\lambda(2 - \lambda)/(1 - \lambda)$

Cuadro 1: Parámetros del modelo

3.6. Política monetaria óptima bajo mercados incompletos

La función de bienestar presentada por De Paoli (2009b), está microfundamentada en el modelo y se obtiene de la función de utilidad descontada de los hogares. La función que refleja

el nivel de bienestar de esta economía, usando expansiones de Taylor de segundo orden es:

$$L_{t0} = (1 - \lambda)U_c \bar{C} E_{t0} \sum \beta^t \left[d_t + \frac{1}{2}(\eta + 1)(y_t - y_t^f)^2 + \frac{1}{2} \frac{\sigma}{k} (\pi_t)^2 \right] + t.i.p + O(\|\xi\|^3) \quad (32)$$

El término *t.i.p* contiene los términos independientes de la política (en particular aquellos choques exógenos que no son afectados por la decisión de política) y $O(\|\xi\|^3)$ se refiere a los términos de orden estrictamente mayores a dos. Además, se define $d_t \equiv y_t - \frac{1}{(1-\lambda)}c_t$ y y_t^f representa el producto bajo precios flexibles.

Siguiendo a Benigno y Woodford (2005) y Sutherland (2002), a través del enfoque lineal-cuadrático, se obtiene la siguiente función objetivo:

$$L_{t0} = U_c \bar{C} E_{t0} \sum \beta^t \left[\frac{1}{2} l_{yy} y_t^2 + l_{yq} y_t q_t + \frac{1}{2} l_{qq} q_t^2 + \frac{1}{2} l_{\pi} \pi_t^2 + L_{\epsilon_t} \epsilon_t y_t + L_{\epsilon_q} \epsilon_t q_t \right] + t.i.p + O(\|\xi\|^3)$$

Bajo el supuesto de que la autoridad monetaria puede maximizar el bienestar de la economía, el problema de política consiste en elegir una senda de $\{\pi_t, y_t, c_t, q_t, b_t\}$ que minimice la función de pérdida sujeta a las condiciones de equilibrio. Suponiendo que no existen costos de intermediación en el mercado internacional de bonos ($\delta = 0$), las condiciones de primer orden del problema de política implican:

$$Q_y E_t \Delta(y_{t+1} - y_{t+1}^f) + Q_q E_t \Delta(q_{t+1} - q_{t+1}^f) + Q_\pi E_t \pi_{t+1} = 0$$

Regla que indicaría que la autoridad monetaria debería responder a movimientos de la tasa de cambio, el producto y la inflación.

Sin embargo, esta ecuación no representa una regla de política monetaria, y es aquí donde

se encuentra la principal diferencia de este trabajo con el desarrollado por De Paoli (2009b), en la caracterización de la regla óptima, que refleja las decisiones de tasa de interés que podría tomar una autoridad monetaria.

Combinando la ecuación anterior con las condiciones de equilibrio de la economía, se obtiene como regla de política monetaria óptima:

$$i_t = \left(1 + \frac{Q_\pi}{(1-\lambda)Q_y}\right) \pi_{t+1} + \left(\frac{-\gamma}{(1-\lambda)} - \frac{Q_q}{(1-\lambda)Q_y}\right) \Delta(q_{t+1} - q_{t+1}^f) - \frac{\lambda}{(1-\lambda)} E_t(c_{t+1}^* - c_t^*) - \gamma E(g_{t+1} - g_t) + E_t(y_{t+1}^f - y_t^f) + E_t(q_{t+1}^f - q_t^f) \quad (33)$$

donde todas las variables con el superíndice f corresponden a las variables bajo precios flexibles; y los objetivos de producto y tasa de cambio se definen en función de los choques del modelo:

$$y_t^f = ((\eta + \rho) + \eta l)^{-1} ((1 + l)\eta\epsilon_t - (1 + l)\tau_t + \rho g_t - (\rho l c_t^*))$$

$$q_t^f = (1 - \lambda)((\eta + \rho) + \eta l)^{-1} \rho(\eta\epsilon_t - \tau_t - \eta g_t - (\eta + \rho)c_t^*)$$

siendo,

$$l = \lambda(\theta - 1)(2 - \lambda)$$

Derivar la regla óptima de política monetaria es interesante, porque permite tener un punto de referencia para evaluar el desempeño de otras reglas de política.

Para cada uno de los países de este estudio, se evaluará el desempeño de una regla de Taylor

que represente el objetivo que persigue cada Banco Central en la actualidad⁵.

4. Estimación bayesiana:

La econometría bayesiana se basa en la idea de que la incertidumbre que se tenga sobre algo desconocido puede expresarse a través de reglas de probabilidad, es decir, es posible aprender sobre algo desconocido, los parámetros, a partir de algo conocido, los datos, es decir, las técnicas bayesianas se centrarán en encontrar $P(\theta/Y^T)$.

Además, su principal diferencia con máxima verosimilitud es el uso de las *priors*, que representan el conjunto de creencias sobre la distribución de los parámetros.

La econometría bayesiana usa la Regla de Bayes para determinar la distribución de los parámetros estructurales que mejor se ajusten a los datos, a lo que se le conoce como la distribución *posterior* ($P(\theta/Y^T)$). Por la Ley de Bayes se tiene que:

$$P(\theta/Y^T, A) = \frac{P(Y^T/\theta, A)P(\theta/A)}{P(Y^T/A)}$$

Donde A representa el modelo, θ los parámetros del modelo y Y^T la muestra de datos que se está considerando.

Dado que el interés es aprender algo sobre θ , podemos reescribir la Regla de Bayes como:

$$P(\theta/Y^T, A) \propto P(Y^T/\theta, A)P(\theta/A) \equiv K(Y^T/A)$$

donde, $P(\theta/Y^T, A)$ hace referencia a la *posterior density*, es decir, lo que conocemos de los parámetros después de ver los datos; $P(Y^T/\theta, A)$, la función de probabilidad de los datos condicionados a los parámetros del modelo, representa la función de verosimilitud y $P(\theta/A)$

⁵La forma funcional de la regla de Taylor proviene de los modelos de equilibrio general y de los objetivos de política que tenga cada uno de los bancos centrales de los países analizados.

es la *prior distribution* de los parámetros estructurales. Luego, la *posterior* es proporcional a la función de verosimilitud por la *prior*.

Entonces, $P(\theta/Y^T, A)$ puede ser interpretada como una regla por la cual los datos nos permiten actualizar la *prior* que se tenía de θ , y combina información que se obtiene a partir de los datos y otra que no.

Dado que esta función puede no tener una distribución conocida, se requiere de técnicas computacionales para encontrar la moda. Luego se usa un algoritmo de muestreo alrededor de esa moda para determinar la distribución de los parámetros. El algoritmo de muestreo que se usa en este trabajo es el de Metropolis-Hastings (MH).

La idea del algoritmo de MH es simular la *posterior distribution*, a través de los siguientes pasos:

1. Toma la moda de la *posterior* como punto inicial,
2. Elija una densidad de probabilidad arbitraria $g(\theta^*/\theta^{t-1})$ que sugiera un candidato para el siguiente valor de la muestra θ^* , dado el valor previo θ^{t-1} ,
3. Calcula la razón $r = \frac{P(\theta^*/Y^T, A)}{P(\theta^{t-1}/Y^T, A)}$, para decidir si se acepta o se rechaza el candidato.
4. Acepta o rechaza la propuesta θ^* de acuerdo a la siguiente regla:

$$\theta^t = \begin{cases} \theta^* & \text{con probabilidad } \min(r, 1) \\ \theta^{t-1} & \text{con probabilidad } r - 1 \end{cases}$$

Después de repetir los pasos 2 a 4 suficientes veces, se construye un histograma con los valores que se aceptaron, lo cuál será, eventualmente, la distribución *posterior*. Finalmente, la media de la distribución *posterior* se usará como el valor de los parámetros para solucionar el modelo.

4.1. Datos usados y reglas de política

Los datos para estudiar cada uno de los países mencionados se tomaron de los Institutos Nacionales de Estadística o de los Bancos Centrales. Para todos los casos se utilizó información con periodicidad trimestral y, dado que el modelo DSGE refleja las dinámicas de la desviación de las variables respecto a su valor de estado estacionario, a las series no estacionarias se les quitó el componente tendencial usando un filtro de Hodrick-Prescott y se utiliza un error de medida para algunas variables observables.

Para la estimación de los parámetros, se usó una especificación que responda a los actuales objetivos de cada banco central, así:

País	Regla actual
Brasil	$i_t = \alpha_y(y_t - y^f) + \alpha_\pi(E_t\pi_{t+1}) + \alpha_i(i_{t-1})$
Chile	$i_t = \alpha_y(y_t - y^f) + \alpha_\pi(E_t\pi_{t+1})$
Colombia	$i_t = \alpha_y(y_t - y^f) + \alpha_\pi(E_t\pi_{t+1})$
México	$i_t = \alpha_y(y_t - y^f) + \alpha_\pi(E_t\pi_{t+1})$
Perú	$i_t = \alpha_y(y_t - y^f) + \alpha_\pi(E_t\pi_{t+1}) + \alpha_i(i_{t-1})$

Cuadro 2: Representación de las actuales reglas de política monetaria

Al usar estas reglas para cerrar el modelo de cada país para luego hacer la estimación bayesiana de los parámetros, se busca que estos últimos reflejen la situación actual de las economías y la forma en que el Banco Central ha estado tomando sus decisiones⁶.

⁶Se podría pensar que lo correcto es usar la regla de política óptima. Sin embargo, para efecto de los objetivos de este trabajo, si se usara esa regla, los parámetros estarían reflejando un estado diferente al de las actuales decisiones que está tomando el Banco Central.

5. Análisis de política

5.1. Mecanismo de transmisión - Funciones de impulso respuesta

A continuación, se presentan los mecanismos de transmisión para los choques de productividad, fiscal y sobre el *markup*, así como la respuesta en términos de política monetaria.

Para estos ejercicios, $\delta = 0,0001$ para minimizar el impacto de los costos de transacción.

Estos resultados se mantienen para las todas las economías, por lo que se hará el análisis para Colombia, pero se podrán encontrar las funciones de impulso respuesta para los demás países en el Anexo B.

Choque positivo de productividad:

Supongamos que la economía local recibe un choque de productividad positivo y temporal. El aumento temporal de la productividad conlleva a un aumento de la oferta de los bienes locales y por ende a una caída en los precios y un mayor consumo de los bienes locales. Además, por ser un choque a la productividad, también aumentaría el nivel del producto potencial y, consecuencia de las rigideces de precios, se generaría una brecha de producto negativa (producto potencial mayor a producto observado⁷).

Adicionalmente, y debido a la baja elasticidad de sustitución entre bienes locales y extranjeros, se induciría a un aumento del consumo de bienes extranjeros (complementariedad). Si los mercados fueran completos, parte de las ganancias en productividad que obtiene el país local se trasladarían vía *risk-sharing* al país extranjero, el cuál aumentaría su producción reduciendo presiones sobre el tipo de cambio. Por otro lado, si uno piensa en el caso extremo de mercados incompletos, autarquía financiera, los agentes no tendrán forma de acceder al mercado interna-

⁷ Cuando los precios son completamente flexibles, un choque tecnológico positivo genera una caída de los precios proporcional al incremento del producto, mientras que bajo el supuesto de precios rígidos los precios no pueden caer tanto y, por ende, el producto tampoco aumentaría tanto como lo haría bajo precios flexibles.

cional de activos y por lo tanto no van a poder trasladar parte de esos beneficios que obtuvieron a la economía externa, lo que generaría un desbalance entre la demanda por bienes externos y su oferta, generando un mayor deterioro de la tasa de cambio.

La existencia de *home bias* hace que la inflación total⁸ disminuya, a pesar de la depreciación.

Finalmente, como respuesta a una brecha de producto negativo y a la caída de inflación, la autoridad monetaria debería disminuir la tasa de interés.

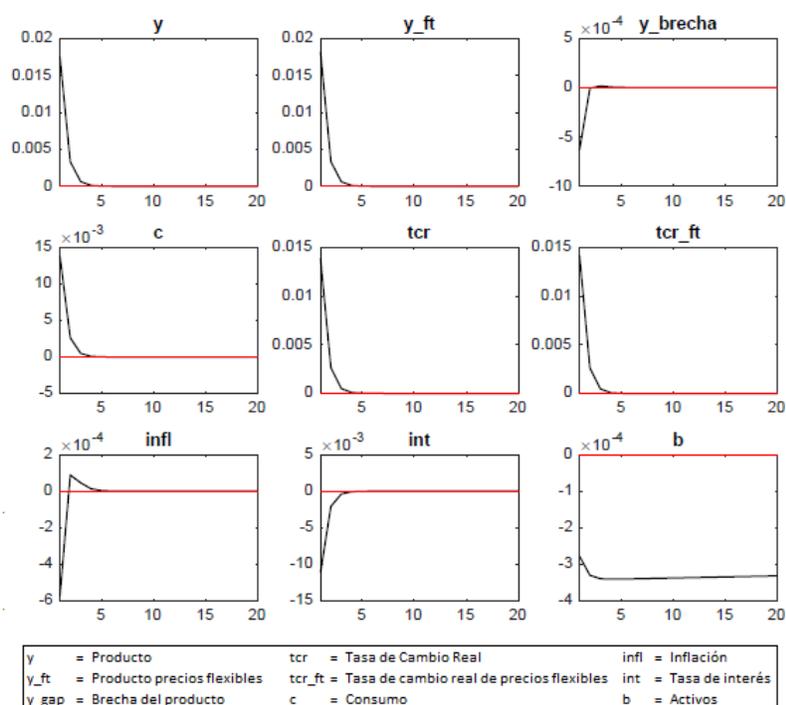


Figura 1: Impulso respuesta ante un choque de productividad transitorio positivo.

Choque fiscal positivo

Un choque fiscal expansivo tiene un efecto riqueza negativo asociado al hecho de que los agentes saben que deberán pagar mayores impuestos en el futuro, agentes ricardianos, lo que implica un menor consumo hoy. Es decir, se presenta un efecto *crowding out* entre el gasto del

⁸La inflación total es una combinación del nivel de precios locales y de los movimientos de la tasa de cambio

gobierno y el consumo, que finalmente va a terminar expandiendo el producto.

Dado que los bienes locales y foráneos son complementarios, la caída del consumo local lleva también una disminución en la demanda por bienes externos, lo que a su vez genera una apreciación de la tasa de cambio.

Además, el aumento de demanda por parte del gobierno genera presiones inflacionarias, lo que termina aumentando el nivel de precios de la economía local.

Bajo este escenario, la autoridad monetaria debe llevar a cabo una política monetaria contractiva, con el fin de controlar la inflación, generar una depreciación de la tasa de cambio y permitir a la economía regresar a su nivel de estado estacionario.

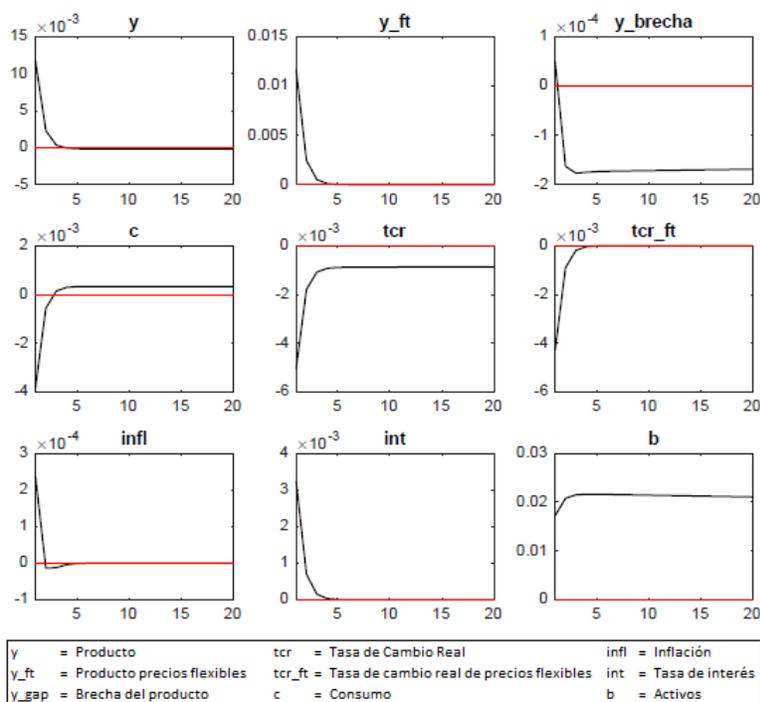


Figura 2: Impulso respuesta ante un choque fiscal transitorio positivo.

Choque positivo sobre el markup

Un choque positivo sobre el markup, que es una consecuencia de la existencia de competencia monopolística entre firmas, genera un aumento en el costo marginal en el periodo t , lo que conllevaría a una fracción $(1-\alpha)$ de las firmas a incrementar sus precios y enfrentar una menor demanda.

La menor demanda lleva a una menor producción de bienes locales y también a una menor demanda por productos extranjeros, consecuencia de la complementariedad de estos dos tipos de bienes; generando también una apreciación de la tasa de cambio.

Ante este escenario, la autoridad monetaria debe aumentar la tasa de interés.

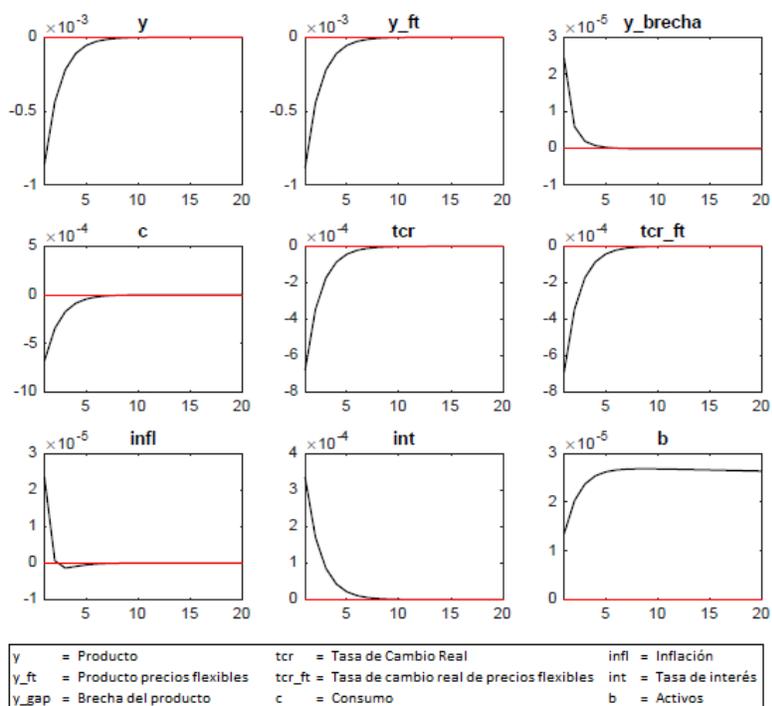


Figura 3: Impulso respuesta ante un choque transitorio y positivo sobre el *markup*.

5.2. Análisis de bienestar

Los resultados de la estimación bayesiana permiten afirmar que México y Perú son los países con mayor apertura comercial, seguidos por Brasil, Chile y Colombia.

Además, México cuenta con el mayor grado de sustitución entre bienes locales y extranjeros, mientras que Perú y Colombia tienen los más bajos.

Según De Paoli (2009b), cuando un país puede compartir de manera óptima el riesgo con el resto del mundo (mercados completos) y los bienes locales y extranjeros son sustitutos ($\theta > 1$), una política que busque controlar la volatilidad de la tasa de cambio real puede llevar a mejoras en el bienestar, en comparación con una política de inflación objetivo. Ahora, bajo mercados incompletos, esa misma política mejorará el bienestar de los individuos si los bienes locales y extranjeros son complementarios.

	México	Chile	Brasil	Perú	Colombia
Ganancias en bienestar	0.02	0.11	0.10	0.19	0.76
θ	2.01	1.26	1.16	0.91	0.66

Cuadro 3: Costos de bienestar, regla de Taylor vs. regla óptima
(% de consumo de estado estacionario)

El Cuadro 3 presenta la diferencia entre el bienestar obtenido si se aplicara la regla óptima y el que se obtiene al aplicar la regla de Taylor actual, en términos de consumo de estado estacionario. Cuanto mayor sea esta diferencia, más alejado se encuentra el bienestar obtenido por la regla de Taylor y la óptima.

Así, el país con mayor espacio para mejorar el bienestar de sus ciudadanos a través de las decisiones de política monetaria es Colombia, seguido de México, Chile, Brasil y Perú.

Además, muestra que los países con un menor grado de sustitución cuentan con un mayor espacio para mejorar los resultados de la política monetaria (México y Colombia).

Este último resultado va en línea con lo presentado por De Paoli, pues cuanto más com-

plementarios sean los bienes locales respecto a los del resto del mundo, la política monetaria debería incluir un mayor control sobre la volatilidad de la tasa de cambio.

Como las reglas de Taylor que se modelan en este trabajo solamente reflejan los objetivos de política monetaria y la política de inflación objetivo implica un régimen de tasa de cambio libre, las economías con un bajo grado de sustitución de sus bienes con los del extranjero no podrán obtener los beneficios de controlar la volatilidad de la tasa de cambio⁹, y por tanto, esto explicaría la mayor brecha de bienestar respecto a la que obtendría si aplicara la regla de política monetaria óptima.

Con excepción del caso Colombiano, que presenta un valor mayor, las ganancias en bienestar del Cuadro 3 se encuentran dentro del rango de 0.07 % a 0.70 % presentado por Benigno (2009), y son mucho mayores que los costos de reducir la volatilidad de los ciclos de negocios reportados por Lucas (1987), que son del orden de 0.05 %.

6. Conclusiones

A pesar de que la implementación de una regla óptima de política monetaria puede ser la que genera un mayor bienestar, ésta puede ser difícil debido a que los pesos que componen esa función son funciones complejas de los parámetros estructurales de la economía. Por ello, los ejercicios realizados, que comparan el desempeño de una regla simple de política monetaria con la regla óptima, permiten encontrar alternativas que minimicen las pérdidas de bienestar de los agentes y que sean implementables por parte de la autoridad monetaria.

Los resultados de este trabajo explotan las generalidades expuestas por De Paoli (2009b), aplicándolas a cinco casos particulares de economías pequeñas y abiertas con mercados incom-

⁹Es necesario aclarar que algunos países, dentro del marco de su política monetaria, incluyen la posibilidad de una intervención discrecional en el mercado bancario para controlar la volatilidad, sin embargo, como se aclara anteriormente, solamente se modelaron los objetivos que especifica cada banco central en el marco de su política monetaria.

pletos de activos y régimen de inflación objetivo. Se encuentra que economías como Colombia y Perú, que son aquellas que tienen el grado de sustitución más bajo entre sus bienes y los del resto del mundo, tienen un espacio mayor para mejorar el bienestar de los consumidores de su economía a través de la política monetaria, pues podrían obtener ganancias de bienestar a través del control de la volatilidad de la tasa de cambio.

Referencias

1. ADJEMIAN, S., BASTANI, H., KARAMÉ, F., JUILLARD, M., MAIH, J., MIHOUBI, F., PERENDIA, G., PFEIFER, J., RATTO, M., AND VILLEMOT, S. Dynare: Reference manual, version 4. Dynare working papers, CEPREMAP, 2011.
2. ADOLFSON, M., LASEEN, S., LINDE, J., AND VILLANI, M. Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Journal of International Economics* 72, 2 (July 2007), 481–511.
3. AIYAGARI, S. R. Frictions in asset pricing and macroeconomics. *European Economic Review* 38, 3-4 (April 1994), 932–939.
4. BENIGNO, P. Price Stability with Imperfect Financial Integration. *Journal of Money, Credit and Banking* 41, s1 (02 2009), 121–149.
5. BENIGNO, P., AND WOODFORD, M. Inflation Stabilization And Welfare: The Case Of A Distorted Steady State. *Journal of the European Economic Association* 3, 6 (December 2005), 1185–1236.
6. BONALDI, P., PRADA, J. D., GONZÁLEZ, A., AND RODRÍGUEZ, D. Método numérico para la calibración de un modelo dsge. *REVISTA DESARROLLO Y SOCIEDAD* (December 2011).
7. CASTILLO, P., MONTORO, C., AND TUESTA, V. Hechos estilizados de la economía peruana. *Revista Estudios Económicos*, 14 (2007), 33–75.
8. CLARIDA, R., GALI, J., AND GERTLER, M. Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory. *The Quarterly Journal of Economics* 115, 1 (2000), 147–180.

9. CLARIDA, R., GALI, J., AND GETLER, M. Optimal monetary policy in closed versus open economies: An integrated approach. *NBER Working Paper*, W8604 (2001).
10. CORSETTI, G., DEDOLA, L., AND LEDUC, S. International risk-sharing and the transmission of productivity shocks. *Working Papers Federal Reserve Bank of Philadelphia*, 03-19 (2003).
11. CORSETTI, G., AND PESENTI, P. Welfare and Macroeconomic Interdependence. *The Quarterly Journal of Economics* 116, 2 (2001), 421–445.
12. CORSETTI, G., AND PESENTI, P. International dimensions of optimal monetary policy. *Journal of Monetary Economics* 52, 2 (March 2005), 281–305.
13. DE CASTRO, M. R., GOUVEA, S. N., MINELLA, A., DOS SANTOS, R. C., AND SOUZA-SOBRINHO, N. F. SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach. Working Papers Series 239, Central Bank of Brazil, Research Department, Apr. 2011.
14. DE PAOLI, B. Monetary policy and welfare in a small open economy. *Journal of International Economics* 77 (2009a).
15. DE PAOLI, B. Monetary policy under alternative asset market structures: The case of a small open economy. *Journal of Money Credit and Banking* 41, 7 (2009b).
16. ENGEL, C. Policy cooperation, incomplete markets, and risk sharing. *IMF Economic Review* 64, 1 (may 2016), 103–133.
17. FAIA, E., AND MONACELLI, T. Optimal monetary policy in a small open economy with home bias. *Journal of Money Credit and Banking* 40 (2008).
18. GALI, J., AND MONACELLI, T. Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy. *Review of Economic Studies* 72 (2005).

19. HEATON, J., AND LUCAS, D. J. Evaluating the Effects of Incomplete Markets on Risk Sharing and Asset Pricing. *Journal of Political Economy* 104, 3 (June 1996), 443–87.
20. LAFLÈCHE, T. The impact of exchange rate movements on consumer prices. *Bank of Canada Review* (Winter 1996), 21–32.
21. LUCAS, R. *Models of business cycles*. Oxford, UK: Basil Blackwell., 1987.
22. MEDINA, J. P., AND SOTO, C. The Chilean Business Cycles Through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model. Working Papers Central Bank of Chile 457, Central Bank of Chile, Dec. 2007.
23. MONTORO, C., AND FLORIAN, D. Choque externos, intervenciones cambiarias y política monetaria: Un análisis a partir del modelo MEGA-D. *Revista Moneda*, 140 (2009), 36–40.
24. OBSTFELD, M., AND ROGOFF, K. Exchange rate dynamics redux. *Journal of Political Economy*, 103 (1995).
25. OBSTFELD, M., AND ROGOFF, K. *Foundations of International Macroeconomics*. The MIT Press, 1996.
26. RABITSCH, K. The role of financial market structure and the trade elasticity for monetary policy in open economies. *Journal of Money, Credit and Banking* 44, 4 (June 2012), 603–629.
27. RINCÓN, H., RODRÍGUEZ, D., TORO, J., AND TÉLLEZ, S. FISCO: Modelo Fiscal para Colombia. Borradores de Economía 855, Banco de la Republica de Colombia, Dec. 2014.
28. ROTEMBERG, J., AND WOODFORD, M. An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy. In *NBER Macroeconomics Annual 1997, Volume 12*, NBER Chapters. National Bureau of Economic Research, Inc, June 1997, pp. 297–361.

29. SMETS, F., AND WOUTERS, R. An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association* 1, 5 (09 2003), 1123–1175.
30. SUTHERLAND, A. A simple second-order solution method for dynamic general equilibrium models. *CEPR Discussion Papers*, 3554 (2002).
31. SVENSSON, L. E. Targeting Rules vs. Instrument Rules for Monetary Policy: What is Wrong with McCallum and Nelson? NBER Working Papers 10747, National Bureau of Economic Research, Inc, Sept. 2004.
32. WOODFORD, M. *Interest Rates and Prices: Foundation of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press, 2003.

A. Estimación Bayesiana - Resultados

A.1. Brasil

Parámetro	Valor	Observaciones
β	0.99	Bonaldi et al. (2009)
α	0.66	Representa una duración promedio de los contratos de precios de 3 trimestres
σ	10	Benigno y Woodford (2015) y De Paoli (2009b)
δ	0.0001	De Paoli (2009b), minimiza el impacto de los costos de transacción sobre los impulso respuesta
ρ_μ	0.99	Adolfson et al. (2007) y De Paoli (2009b)

Cuadro 4: Valor de los parámetros fijos usados en el análisis cuantitativo, Brasil

	Prior			Posterior		
	Media	Desviación Estándar	Distribución	Media	Intervalo de confianza	
θ	1	0.5	Γ	1.1666	0.8411	1.4484
λ	0.3	0.02	normal	0.3151	0.2830	0.3484
η	0.66	0.03	normal	0.6859	0.6417	0.7325
α_y	0.25	0.1	Γ	0.0710	0.0260	0.1127
α_i	0.6	0.15	β	0.0237	0.0092	0.0367
α_π	2	0.2	normal	3.0457	2.6184	3.4497
ρ_y	0.5	0.25	β	0.0068	0.0001	0.0145
ρ_c	0.5	0.25	β	0.5629	0.4861	0.6355
ρ_g	0.5	0.25	β	0.6040	0.5148	0.6888
$sdv(\epsilon)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1483	0.1165	0.1773
$sdv(c^*)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1628	0.1385	0.1867
$sdv(g)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1117	0.0924	0.1293
$sdv(\mu)$	0.25	Inf.	Γ inversa	0.1435	0.1213	0.1652

Cuadro 5: Resultados de la estimación bayesiana, Brasil

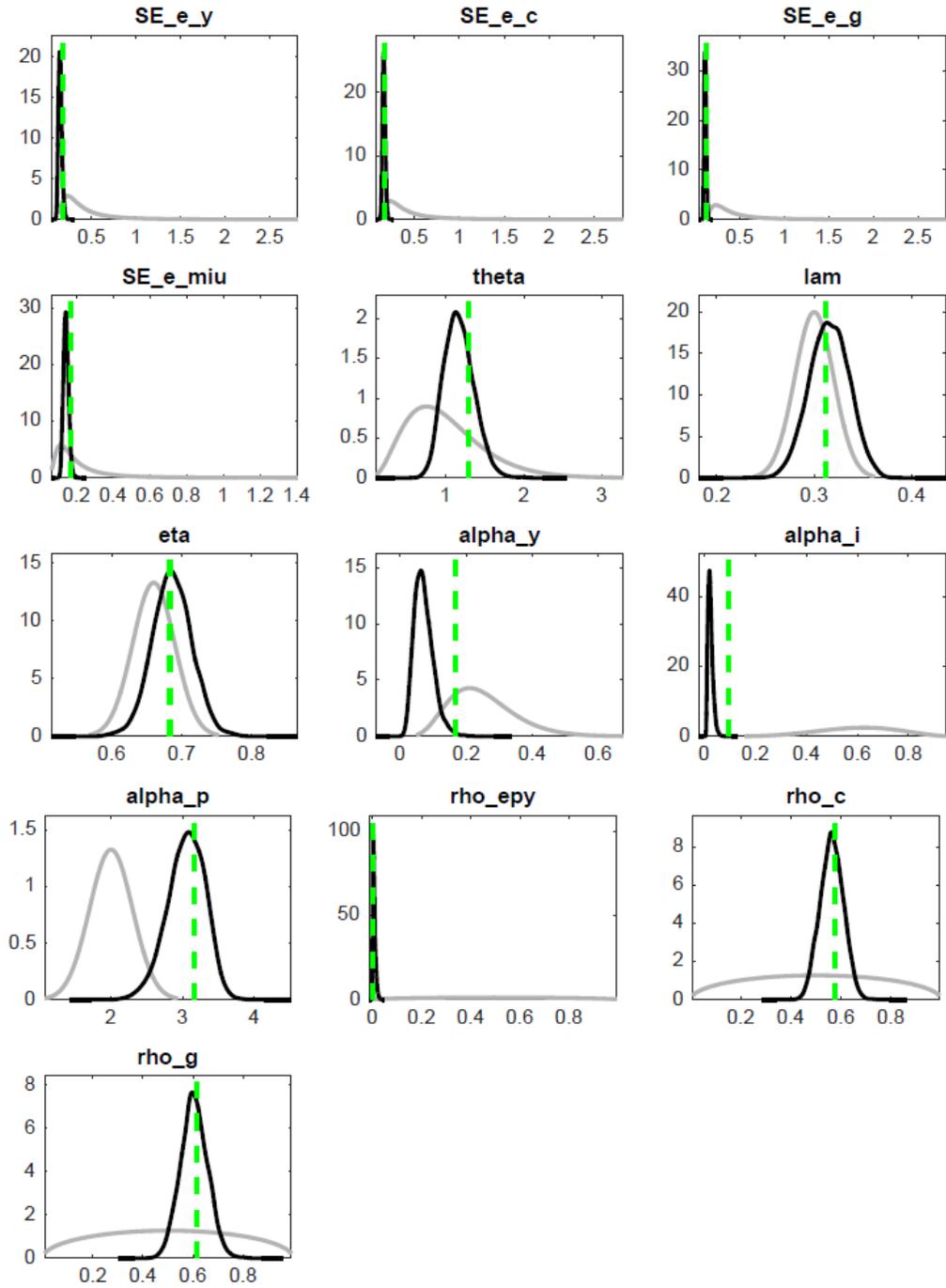


Figura 4: Brasil - *priors y posteriors*.

A.2. Chile

Parámetro	Valor	Observaciones
β	0.99	Bonaldi et al. (2009)
α	0.66	Representa una duración promedio de los contratos de precios de 3 trimestres
σ	10	Benigno y Woodford (2015) y De Paoli (2009b)
δ	0.0001	De Paoli (2009b), minimiza el impacto de los costos de transacción sobre los impulso respuesta

Cuadro 6: Valor de los parámetros fijos usados en el análisis cuantitativo, Chile

	Prior			Posterior		
	Media	Desviación Estándar	Distribución	Media	Intervalo de confianza	
θ	1.5	0.1	normal	1.2636	1.1292	1.4094
λ	0.3	0.02	normal	0.3132	0.2809	0.3439
η	0.66	0.03	normal	0.7342	0.6925	0.7748
α_y	0.5	0.03	normal	0.4043	0.3581	0.4516
α_π	1.5	0.03	normal	1.4807	1.2845	1.6720
ρ_y	0.6	0.1	normal	0.7520	0.7037	0.8001
ρ_c	0.5	0.1	normal	0.8259	0.7458	0.9095
ρ_g	0.5	0.1	normal	0.7136	0.6174	0.8124
ρ_μ	0.5	0.1	normal	0.4713	0.4560	0.4866
$sdv(\epsilon)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.2131	0.1595	0.2671
$sdv(c^*)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.0794	0.0661	0.0929
$sdv(g)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.0756	0.0621	0.0884
$sdv()$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1301	0.1012	0.1579

Cuadro 7: Resultados de la estimación bayesiana, Chile

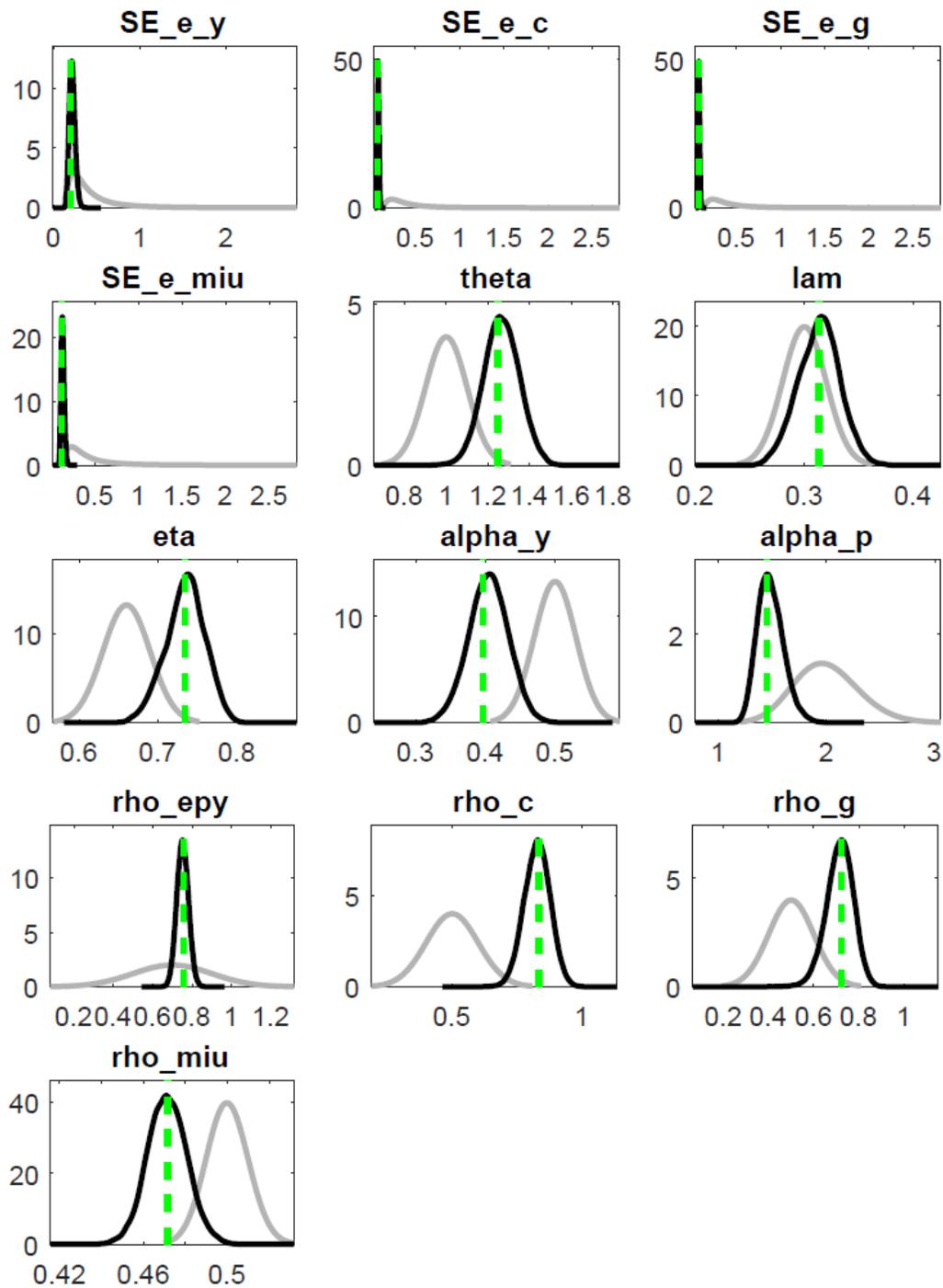


Figura 5: Chile - *priors y posteriors*.

A.3. Colombia

Parámetro	Valor	Observaciones
β	0.99	Bonaldi et al. (2009)
η	0.47	Rotemberg y Woodford (1997) y De Paoli (2009b)
α	0.66	Representa una duración promedio de los contratos de precios de 3 trimestres
σ	10	Benigno y Woodford (2015) y De Paoli (2009b)
δ	0.0001	De Paoli (2009b), minimiza el impacto de los costos de transacción sobre los impulso respuesta
$sdv(\mu)$	0.0013	Adolfson et al. (2007), Smets y Wouters (2003) y De Paoli (2009b)
ρ_μ	0.99	Adolfson et al. (2007) y De Paoli (2009b)
α_π	2.5	Bonaldi et al. (2009)

Cuadro 8: Valor de los parámetros fijos usados en el análisis cuantitativo, Colombia

	Prior			Posterior		
	Media	Desviación Estándar	Distribución	Media	Intervalo de confianza	
θ	0.7	0.05	β	0.6606	0.6014	0.7184
λ	0.3	0.02	β	0.2237	0.1993	0.2474
α_y	0.7	0.03	β	0.6532	0.5987	0.7062
ρ_y	0.4	0.07	β	0.1834	0.1216	0.2407
ρ_c	0.5	0.07	β	0.5622	0.4615	0.6598
ρ_g	0.3	0.07	β	0.2094	0.1274	0.2879
$sdv(\epsilon)$	0.00712	Inf.	Γ inversa	0.0569	0.0471	0.0667
$sdv(c^*)$	0.01293	Inf.	Γ inversa	0.0504	0.0418	0.0589
$sdv(g)$	0.00625	Inf.	Γ inversa	0.0172	0.0140	0.0204

Cuadro 9: Resultados de la estimación bayesiana, Colombia

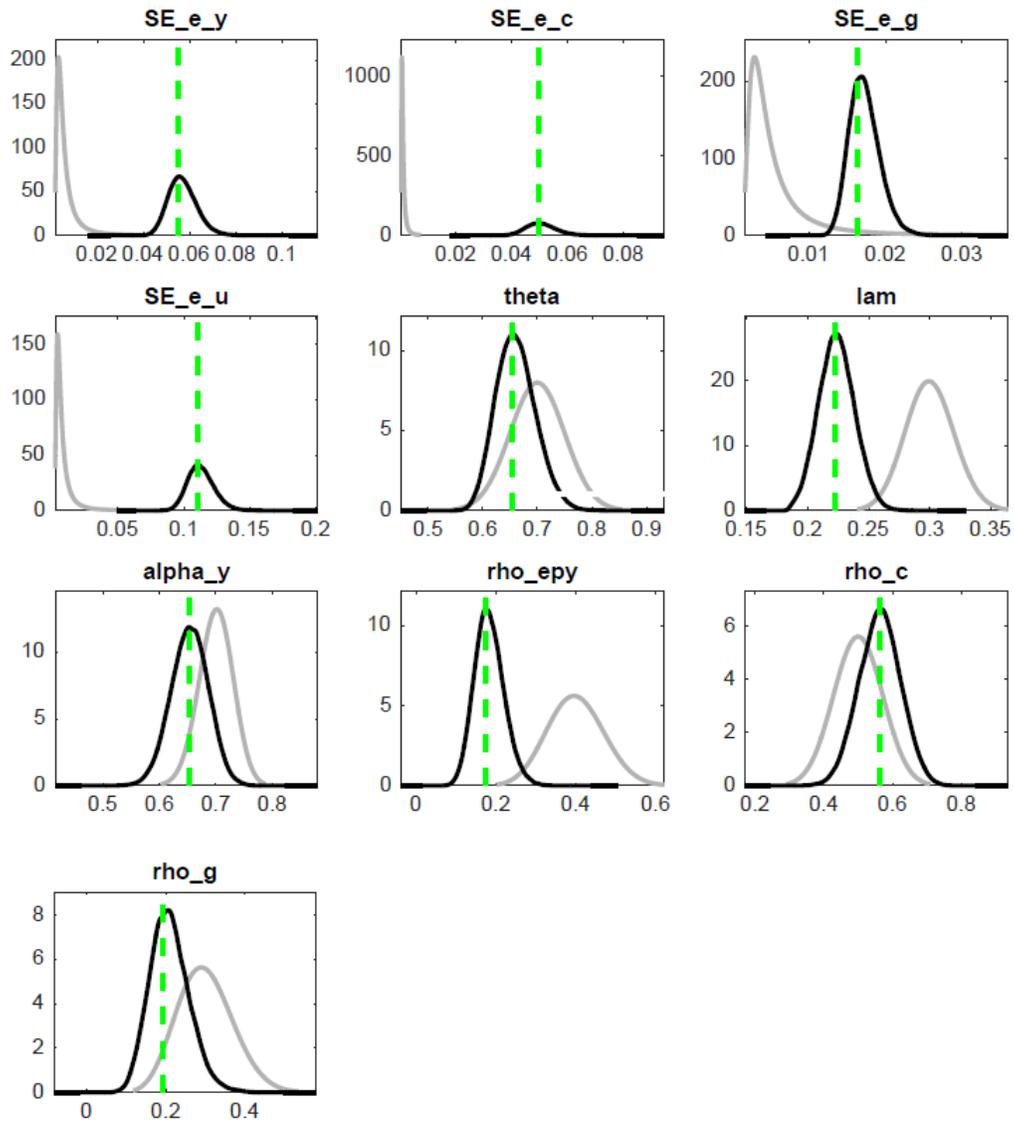


Figura 6: Colombia - *priors y posteriors*.

A.4. México

Parámetro	Valor	Observaciones
β	0.99	Bonaldi et al. (2009)
α	0.66	Representa una duración promedio de los contratos de precios de 3 trimestres
σ	10	Benigno y Woodford (2015) y De Paoli (2009b)
δ	0.0001	De Paoli (2009b), minimiza el impacto de los costos de transacción sobre los impulso respuesta
ρ_μ	0.99	Adolfson et al. (2007) y De Paoli (2009b)
α_π	2.5	Bonaldi et al. (2009)

Cuadro 10: Valor de los parámetros fijos usados en el análisis cuantitativo, México

	Prior			Posterior		
	Media	Desviación Estándar	Distribución	Media	Intervalo de confianza	
θ	1.5	0.1	normal	2.0099	1.9120	2.1353
λ	0.3	0.02	normal	0.3540	0.3243	0.3846
η	0.47	0.03	normal	0.5477	0.5041	0.5918
α_y	0.5	0.03	normal	0.4525	0.4005	0.5037
ρ_y	0.3	0.1	Γ	0.7677	0.7279	0.8059
ρ_c	0.5	0.1	Γ	0.7879	0.7503	0.8261
ρ_g	0.5	0.1	Γ	0.8188	0.7698	0.8720
$sdv(\epsilon)$	0.01	Inf.	Γ inversa	0.4843	0.3936	0.5678
$sdv(c^*)$	0.01	Inf.	Γ inversa	0.1099	0.0926	0.1266
$sdv(g)$	0.01	Inf.	Γ inversa	0.1012	0.0806	0.1216
$sdv(\mu)$	0.01	Inf.	Γ inversa	0.2386	0.1960	0.2788

Cuadro 11: Resultados de la estimación bayesiana, México

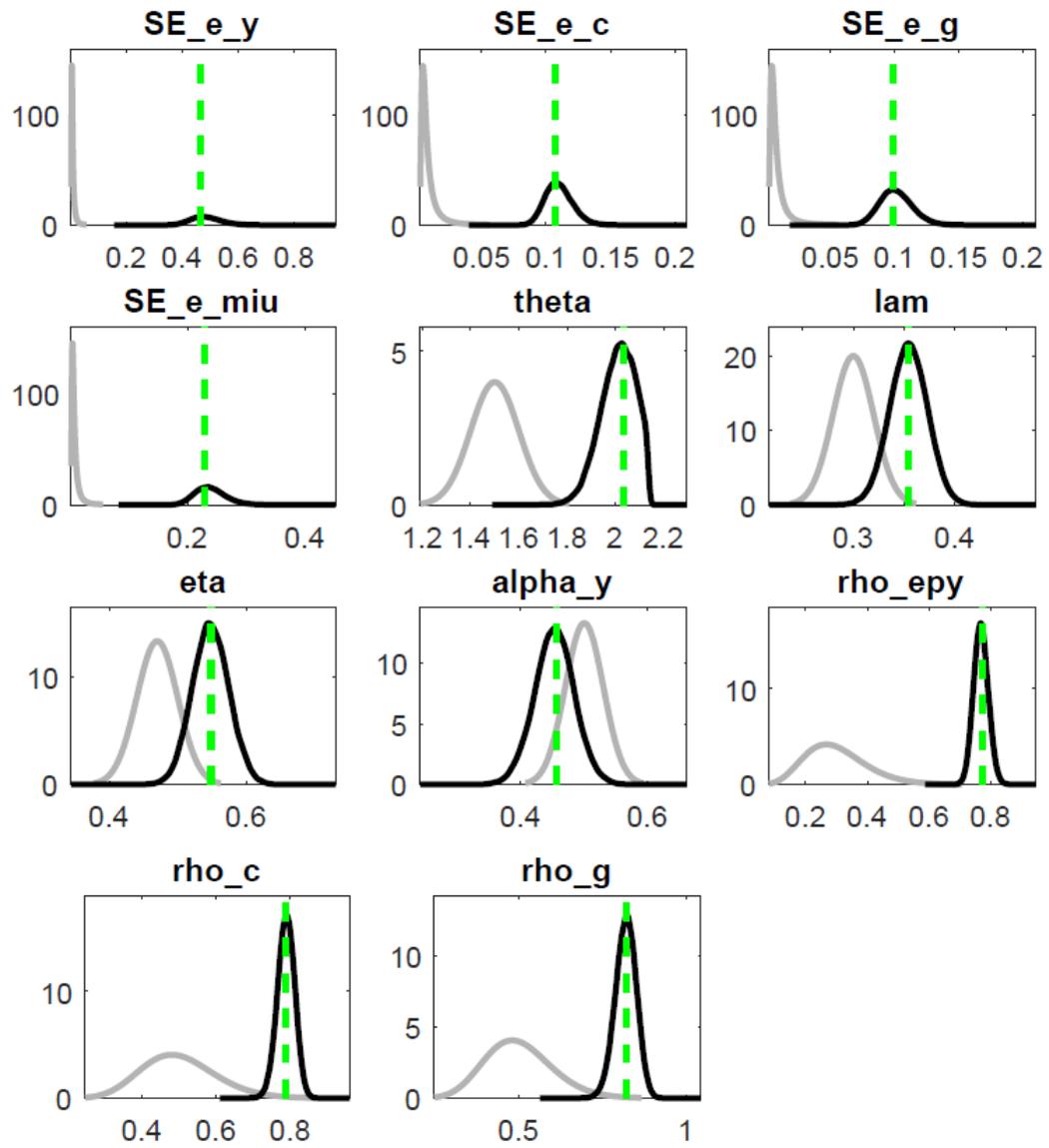


Figura 7: México - *priors y posteriors*.

A.5. Perú

Parámetro	Valor	Observaciones
β	0.99	Bonaldi et al. (2009)
α	0.66	Representa una duración promedio de los contratos de precios de 3 trimestres
σ	10	Benigno y Woodford (2015) y De Paoli (2009b)
δ	0.0001	De Paoli (2009b), minimiza el impacto de los costos de transacción sobre los impulso respuesta
ρ_μ	0.99	Adolfson et al. (2007) y De Paoli (2009b)

Cuadro 12: Valor de los parámetros fijos usados en el análisis cuantitativo, Perú

	Prior			Posterior		
	Media	Desviación Estándar	Distribución	Media	Intervalo de confianza	
θ	0.75	0.05	β	0.9058	0.8401	0.9750
λ	0.4	0.02	Γ	0.4307	0.3945	0.4673
η	0.66	0.02	Γ	0.6091	0.5611	0.6552
α_y	0.5	0.03	β	0.5617	0.5131	0.6098
α_i	0.7	0.03	β	0.6226	0.5668	0.6778
α_π	1.5	0.03	Γ	2.6859	1.9097	3.4431
ρ_y	0.87	0.07	normal	0.6967	0.5495	0.8441
ρ_c	0.37	0.07	normal	0.5162	0.4325	0.6023
ρ_g	0.48	0.07	normal	0.5380	0.4356	0.6376
$sdv(\epsilon)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1804	0.1048	0.2577
$sdv(c^*)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1440	0.1149	0.1736
$sdv(g)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.1502	0.1161	0.1837
$sdv(\mu)$	0.5	Inf.	Γ inversa	0.2155	0.1536	0.2749

Cuadro 13: Resultados de la estimación bayesiana, Perú

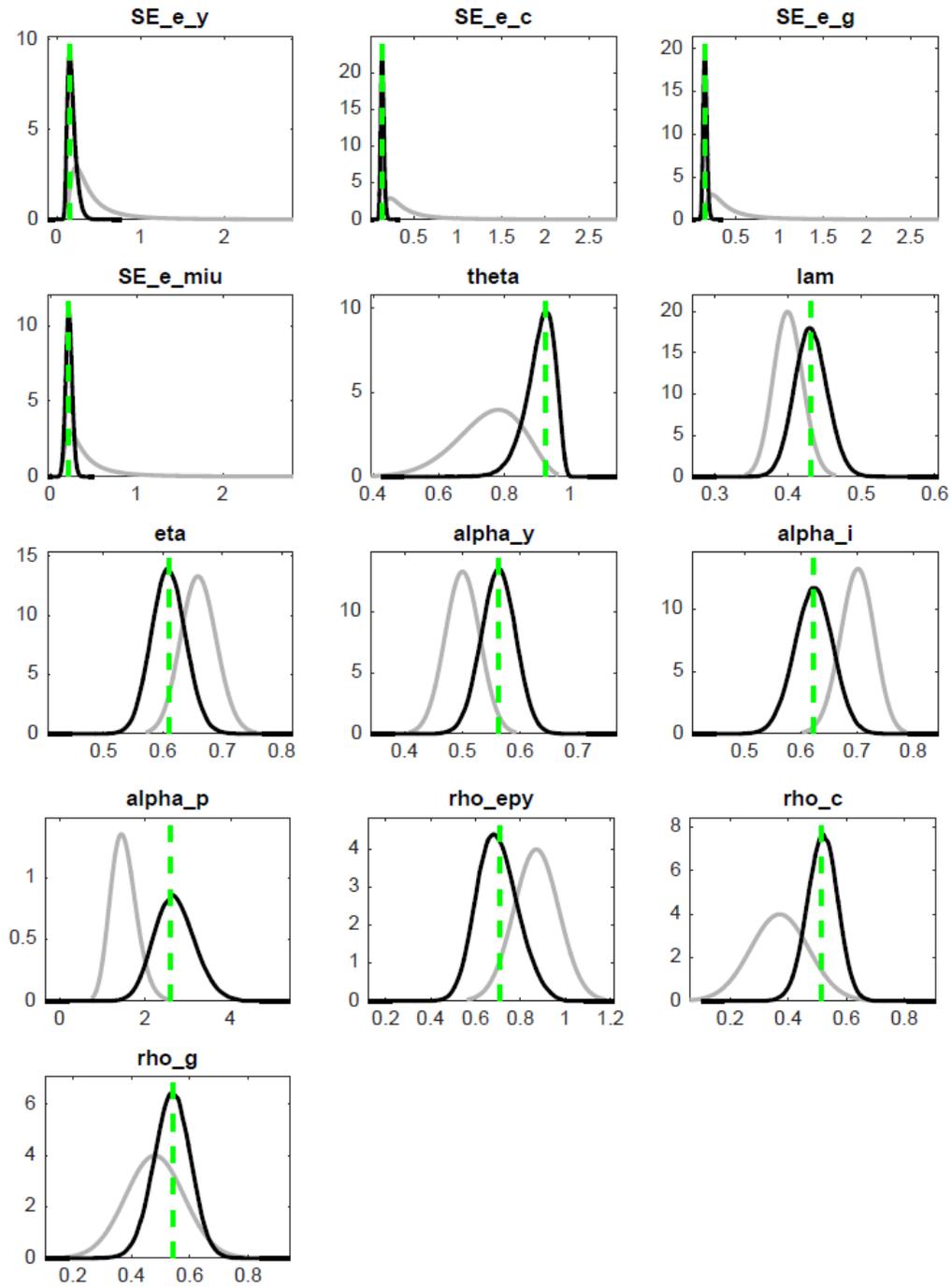


Figura 8: Perú - *priors* y *posteriors*.

B. Impulso Respuesta - política óptima

B.1. Brasil

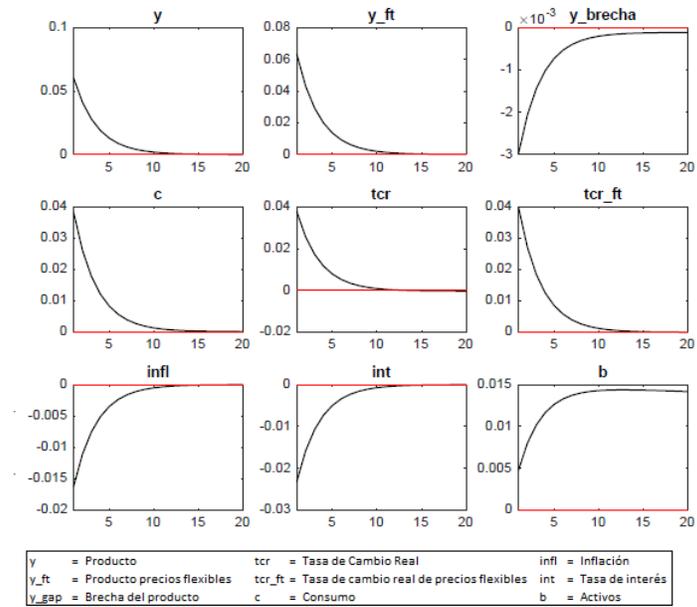


Figura 9: Impulso respuesta ante un choque de productividad transitorio positivo.

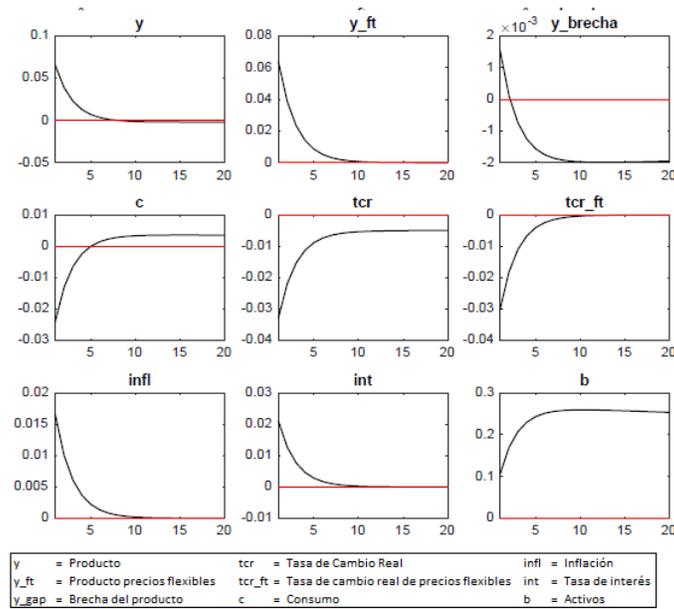


Figura 10: Impulso respuesta ante un choque de gasto positivo.

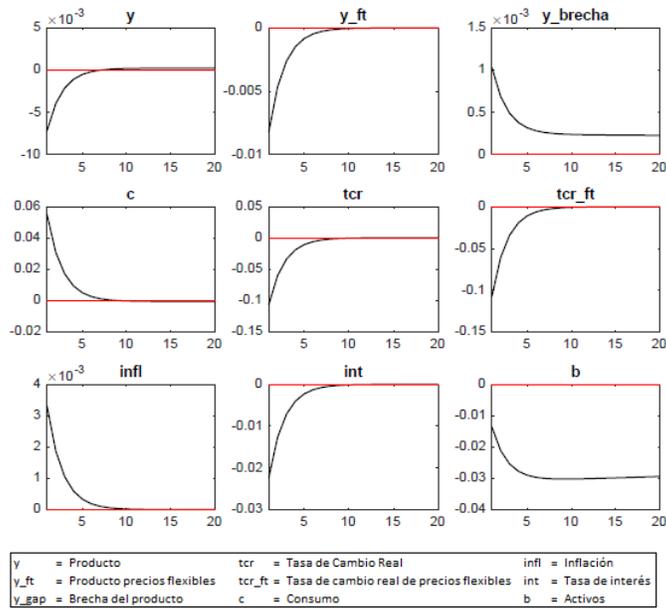


Figura 11: Impulso respuesta ante un choque de consumo externo positivo.

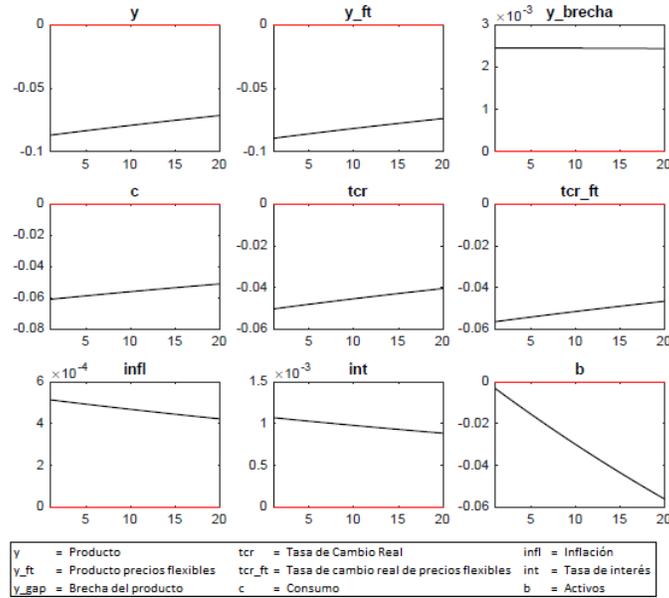


Figura 12: Impulso respuesta ante un choque positivo sobre el *markup*.

B.2. Chile

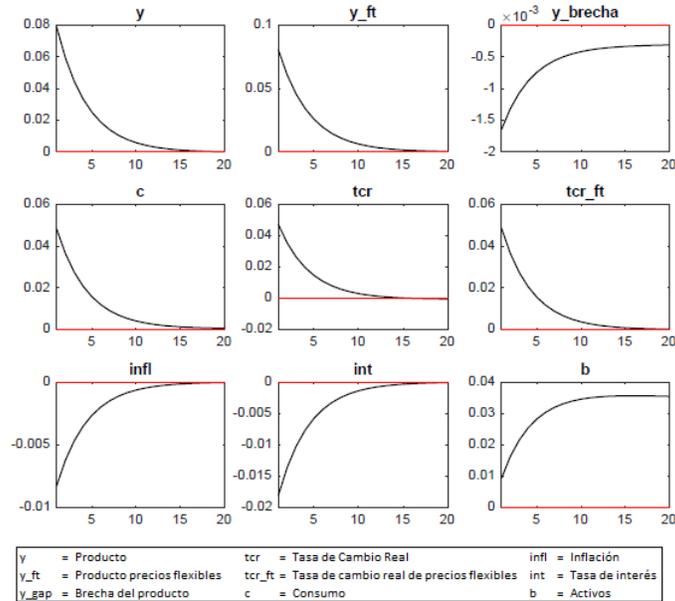


Figura 13: Impulso respuesta ante un choque de productividad transitorio positivo.

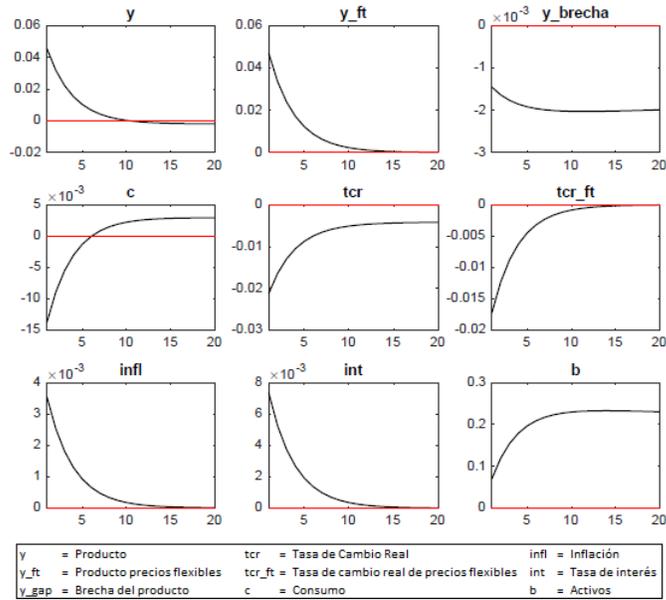


Figura 14: Impulso respuesta ante un choque de gasto positivo.

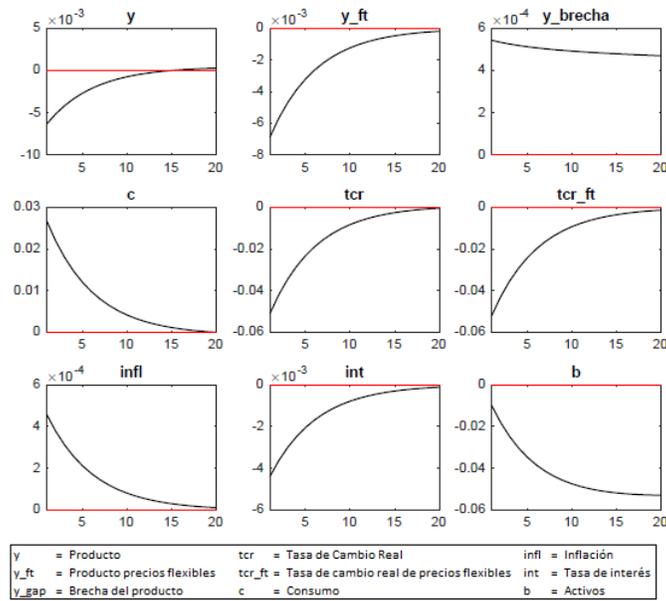


Figura 15: Impulso respuesta ante un choque de consumo externo positivo.

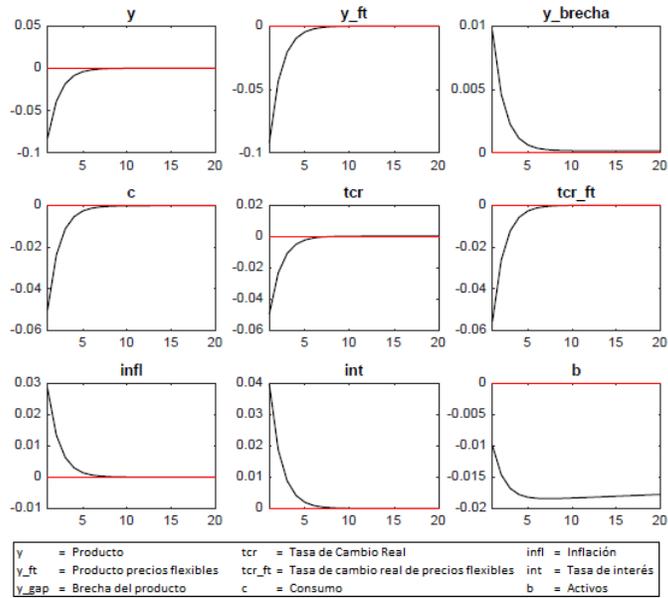


Figura 16: Impulso respuesta ante un choque positivo sobre el *markup*.

B.3. México

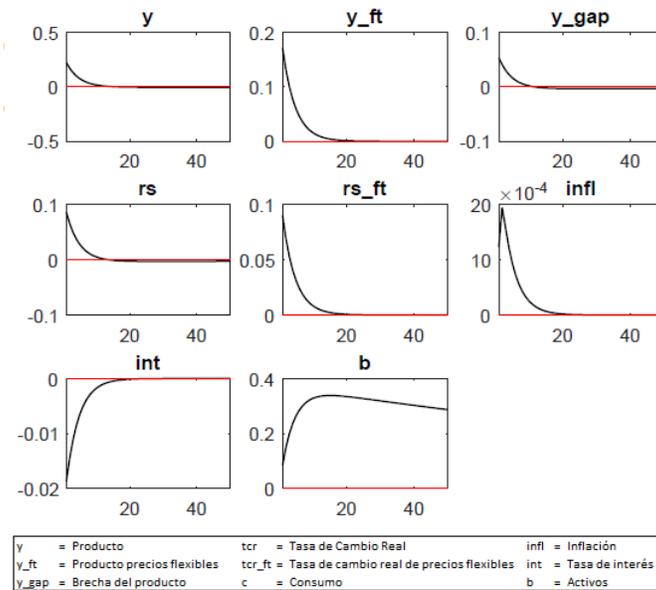


Figura 17: Impulso respuesta ante un choque de productividad transitorio positivo.

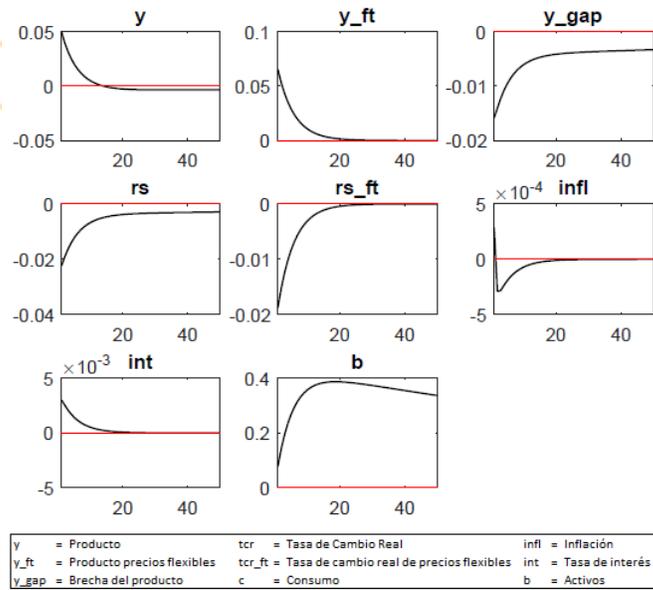


Figura 18: Impulso respuesta ante un choque de gasto positivo.

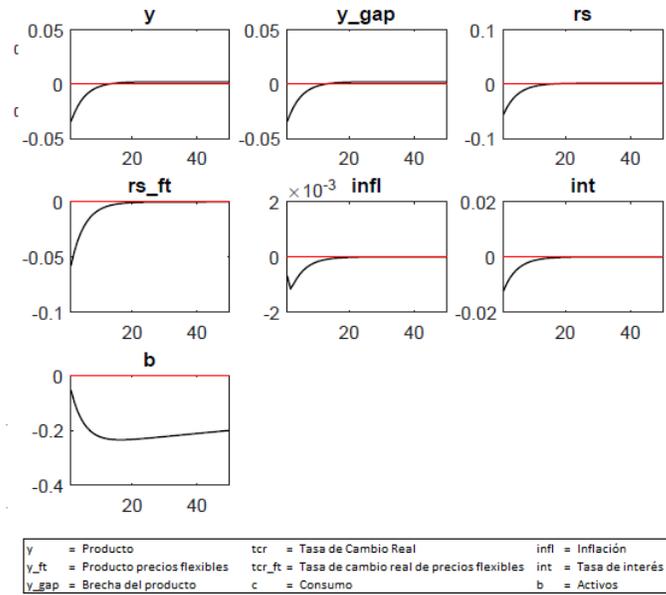


Figura 19: Impulso respuesta ante un choque de consumo externo positivo.

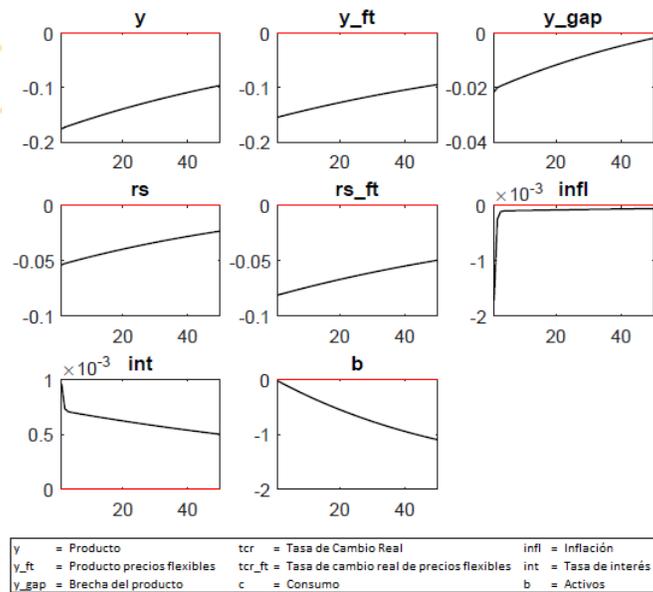


Figura 20: Impulso respuesta ante un choque positivo sobre el *markup*.

B.4. Perú

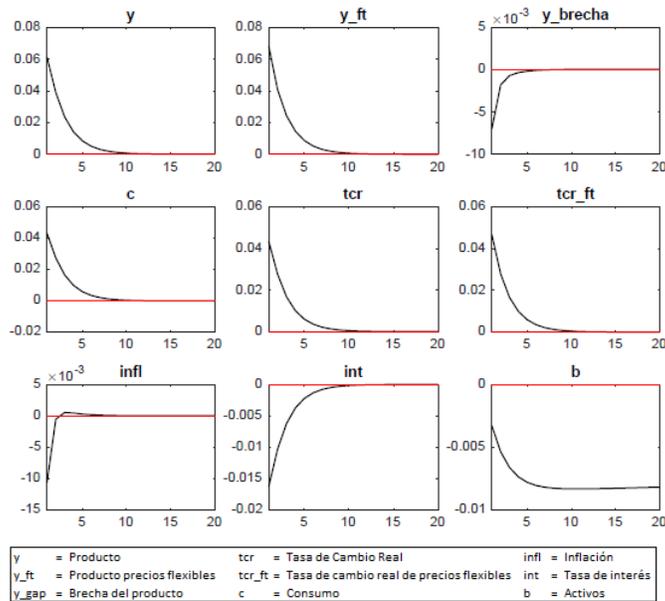


Figura 21: Impulso respuesta ante un choque de productividad transitorio positivo.

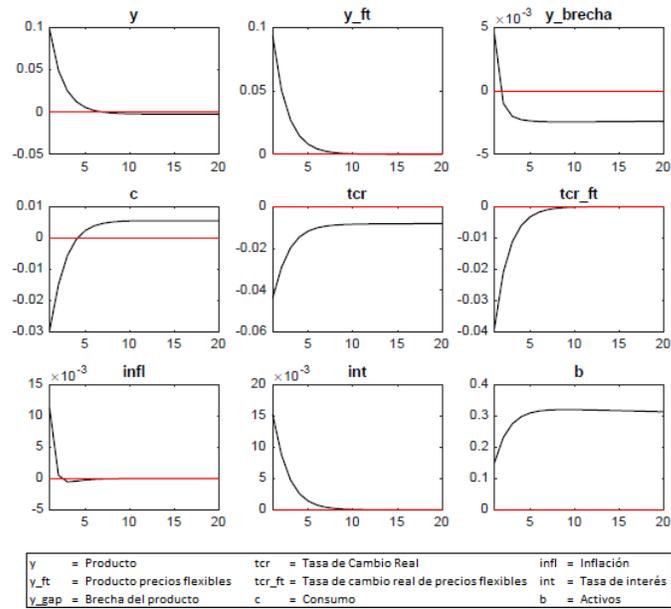


Figura 22: Impulso respuesta ante un choque de gasto positivo.

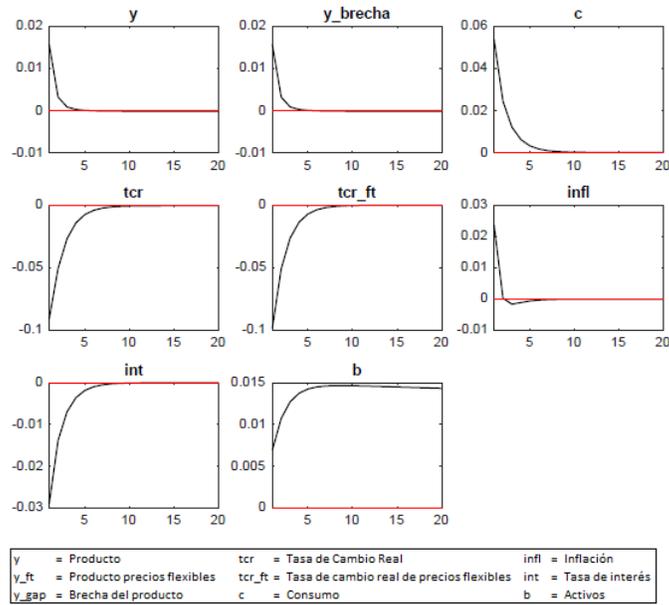


Figura 23: Impulso respuesta ante un choque de consumo externo positivo.

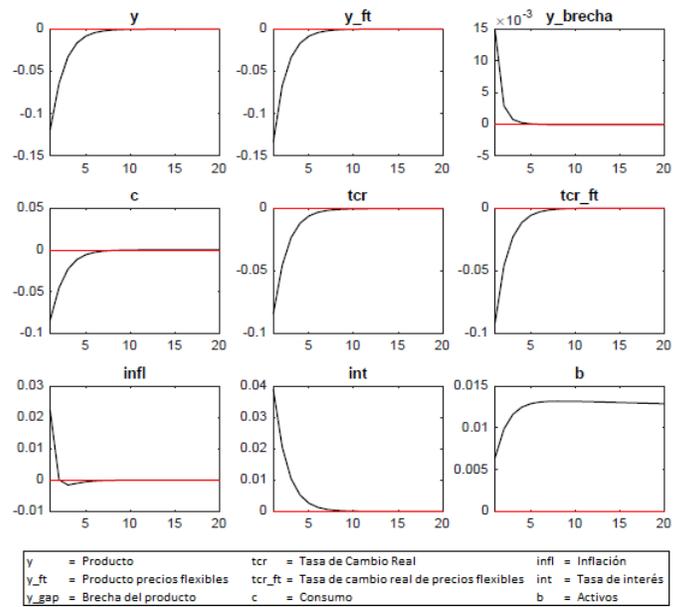


Figura 24: Impulso respuesta ante un choque positivo sobre el *markup*.