

# **Demanda externa, términos de intercambio y el papel de la política monetaria durante la crisis de 2008**

Johana Maritsa Hernández Henao  
Enero 2013

**Documentos de investigación**

**7**

# **Demanda externa, términos de intercambio y el papel de la política monetaria durante la crisis de 2008**

JOHANA MARITSA HERNÁNDEZ HENAO

## DOCUMENTO DE INVESTIGACIÓN 7

Analista de investigación, Gerencia de Investigación, CEMLA. Durango 54, México D. F., México, 06700. Correo electrónico: <jhernandez@cemla.org>.

Este documento se deriva de la tesis, dirigida por el doctor Arturo Antón Sarabia, presentada para optar por el grado de maestría otorgado por el CIDE, México.

Las opiniones expresadas son de las de la autora y no necesariamente reflejan el punto de vista del CEMLA.

© Enero 2013 CEMLA

Esta investigación tiene como propósito investigar la respuesta de la economía colombiana frente a un choque a los términos de intercambio y una caída en la demanda de exportaciones. Asimismo, se está interesado en dilucidar el papel que desempeña la autoridad monetaria en presencia de dichos choques. Para tal fin, se calibra un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico para una economía pequeña y abierta. El comportamiento del banco central se modela mediante dos reglas de interés tipo Taylor. En la primera, el banco central persigue únicamente objetivos de inflación. En la segunda, está interesado en la estabilización de precios y del producto. Los hallazgos subrayan una gran vulnerabilidad de la economía a choques externos. Asimismo, la ejecución de una política monetaria anticíclica en Colombia durante la reciente crisis, puede interpretarse a partir del modelo como un escenario donde la autoridad monetaria puso un mayor peso en los efectos adversos de las exportaciones sobre el producto que en los términos de intercambio sobre el PIB.

Palabras clave: términos de intercambio, política monetaria, DSGE.

Clasificación JEL: E52, G28.

# 1 INTRODUCCIÓN

La reciente crisis financiera y económica acaecida a partir del año 2008, y cuyo epicentro giró en torno a los países industrializados subrayó la vulnerabilidad de las economías emergentes a los choques externos adversos. En el caso de varios países latinoamericanos, se identifican dos canales de transmisión a través de los cuales estas economías fueron afectadas por la recesión. El primero fue el desplome en el volumen de las exportaciones, y en el caso de los países productores de bienes primarios, una fuerte caída en sus términos de intercambio. La segunda estuvo asociada con la contracción en los flujos netos de capital [Blanchard *et al.* (2010)]. En este contexto, y dadas las características estructurales que ostentan las economías como la colombiana, se tiene que los términos de intercambio puede ser considerados como una fuente exógena de fluctuaciones agregadas.

El estudio de los términos de intercambio como propulsores de los ciclos en las economías emergentes ha sido ampliamente discutido en la literatura. De acuerdo con Mendoza (1995) entre el 40% y 60% de la variabilidad observada en el producto puede ser atribuida a las fluctuaciones en los términos de intercambio. Un resultado más contundente se encuentra en el trabajo de Kose (2002), en el cual se concluye que el 88% de la variabilidad de la producción agregada es explicada a partir de choques a los precios mundiales. En contraposición, Broda (2004) y Raddatz (2007) cuestionan el papel de los términos de intercambio para explicar las variaciones del ciclo, y aducen que existen otros factores fundamentales para explicar el ciclo tales como el régimen de tipo de cambio o las restricciones institucionales. En lo que respecta al caso de Colombia, Fernández (2009) aduce que las fluctuaciones a los términos de intercambio parecen no ser relevantes para explicar la dinámica cíclica de la economía.

En vista de la falta de consenso que suscita la relación entre términos de intercambios y fluctuaciones cíclicas, y el resurgimiento del tema a propósito de la crisis financiera reciente resulta de interés investigar, en primera medida, cuál es la respuesta de la economía colombiana frente a un choque a los términos de intercambio. Asimismo, se está interesado en dilucidar el papel que desempeña la autoridad monetaria en presencia de choques externos tales como el aumento en el precio de los bienes importados y una caída en la demanda de exportaciones. Para tal fin, se desarrolla un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico para una economía pequeña y abierta. Con el objeto de dar un papel a la política monetaria se introduce en el modelo competencia imperfecta y rigideces nominales en el mercado de bienes. Adicionalmente, se modela el comportamiento de la autoridad monetaria mediante dos reglas de interés tipo Taylor. En la primera, el banco central persigue únicamente objetivos de inflación. En la segunda, está interesado en la estabilización tanto de los precios como del producto.

Los hallazgos subrayan una gran vulnerabilidad de la economía a choques en los términos de intercambio y a una caída en el volumen de exportaciones. En este sentido, ambos choques podrían dar cuenta por la contracción del producto que vivió Colombia en la reciente crisis. Aunado a lo anterior, la política monetaria anticíclica que implementó la autoridad monetaria en Colombia es consistente desde la perspectiva de nuestro modelo con un escenario donde la autoridad monetaria le concede una mayor importancia a los efectos adversos de la caída en las exportaciones sobre el producto que a los efectos que puedan acarrear un desmejoramiento en los términos de intercambio.

La estructura del trabajo se divide en siete partes, incluyendo la presente. La segunda, es un vistazo al contexto macroeconómico en el que se desarrolló la crisis financiera en el caso de Colombia. La tercera, es una breve revisión de los principales trabajos que se han realizado sobre el papel de los términos de intercambio en explicar las fluctuaciones económicas en las economías emergentes. La cuarta, describe el modelo y cada uno de los agentes que intervienen en la economía, al igual que sus objetivos y restricciones. La quinta, presenta los resultados de la calibración del modelo. La sexta, presenta los resultados del modelo, el análisis de los impulsos-respuesta a los choques contemplados y un ejercicio comparativo de la reacción de la política monetaria frente a choques externos. Finalmente, se esbozan las principales conclusiones del trabajo.

## 2 CONTEXTO MACROECONÓMICO DE LA CRISIS

La reciente crisis financiera y económica acaecida a partir del año 2008, y cuyo epicentro giró en torno a los países desarrollados se ha erigido en una de las contracciones económicas mundiales más graves desde la experimentada en los años treinta, con fuertes consecuencias tanto para los países desarrollados como para las denominadas economías emergentes (Ocampo, 2007). En lo que respecta a estos últimos, y dada la creciente interrelación y dependencia con los primeros, se postulan el canal real y financiero como los principales mecanismos de transmisión de la crisis a dichas economías (ver gráfica 1). Entre los factores reales sobresale la caída en el volumen de las exportaciones, las cuales se vieron afectadas por la contracción del comercio internacional, y el empeoramiento de los términos de intercambio. Esto se debe a que la oferta exportadora de las economías emergentes depende fuertemente de bienes y primarios, y de bienes intermedios importados como factores de producción.

En este contexto, Colombia no ha sido ajena a este panorama y de acuerdo al informe del Banco de la República (2009) los mecanismos de transmisión imperantes estuvieron asociados a factores reales más que a financieros.<sup>1</sup> Entre los mecanismos reales sobresalen el deterioro de la confianza de los consumidores y los empresarios, la cual se manifestó en una pérdida del dinamismo del consumo y la inversión del sector privado; términos de intercambio desfavorables; disminución del ingreso disponible de la economía, derivados de la caída en los precios de los bienes exportados y del desplome de las remesas.

En efecto, los síntomas de las crisis en Colombia potencializaron la desaceleración de la actividad económica que pasó de ostentar un crecimiento anual de 6.9% en 2007 a 3.5% en 2008, y alcanzó su mínimo en 2009 en 1.45% (ver gráfica 2). Este comportamiento estuvo asociado además del impacto de la crisis a los efectos de la política monetaria restrictiva; el impacto de los altos precios de los productos básicos sobre los costos de las empresas y el ingreso de los hogares; y las restricciones impuestas por algunos socios comerciales como Venezuela (Banco de la República, 2009).

---

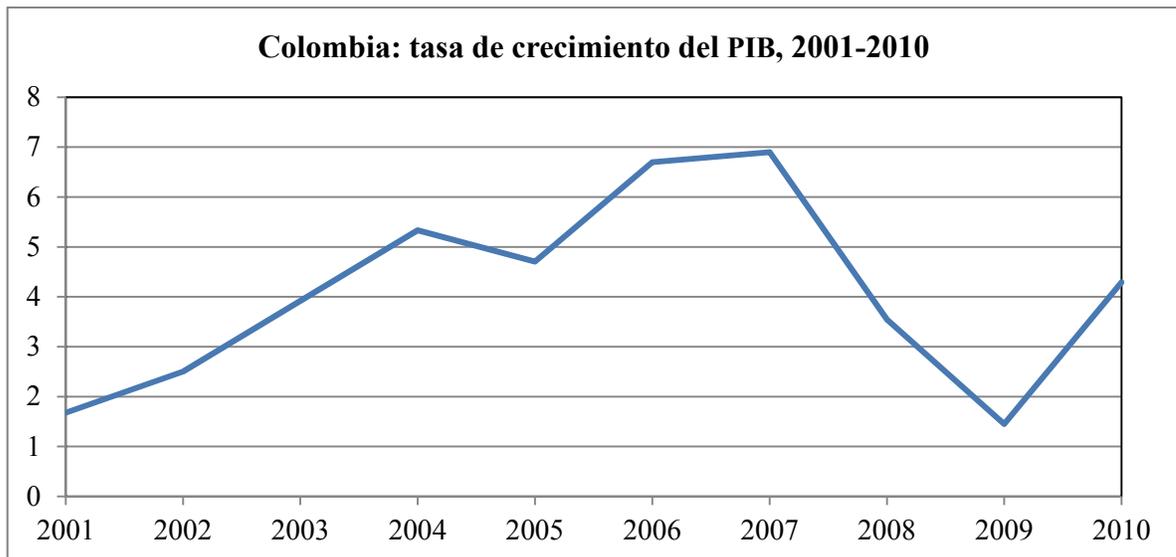
<sup>1</sup> A pesar de la crisis de confianza que se generó en el sistema financiero internacional, la economía colombiana no enfrentó un freno súbito de los flujos de capital, y pudo hacer frente a sus necesidades de financiamiento emitiendo deuda, a costos más altos, pero de todas maneras favorables. Sin embargo, al inicio de la crisis la tensión y los problemas de los mercados interbancarios internacionales generaron una mayor aversión al riesgo incrementando las primas por riesgo. En el caso de Colombia dicha tendencia se revirtió en el segundo trimestre de 2008 (Banco de la República, 2009).

**Gráfica 1**



Fuente: Banco de la República (2009).

**Gráfica 2**



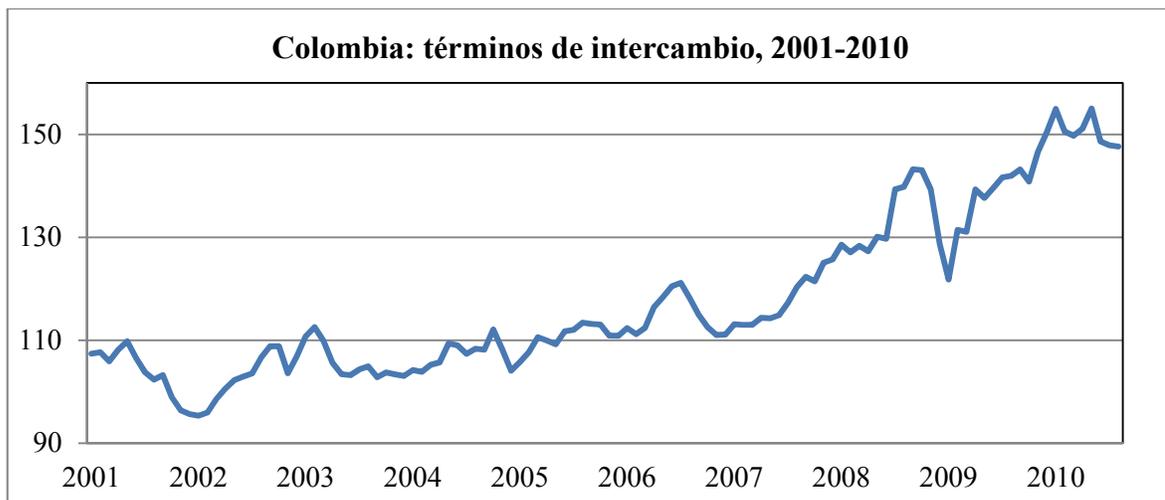
Fuente: Banco de la República (2009).

En general, la estructura productiva de Colombia revela una gran vulnerabilidad a los choques externos, máxime cuando se analiza el sector exportador el cual representa alrededor del 20% del producto interno bruto (PIB). Los datos muestran una baja

diversificación del sector: petróleo y derivados 24.1%, café 15.1%, carbón 8.4%, ferróníquel 2.3%, y otros 49.7% de las exportaciones totales; además de una gran dependencia de unos pocos socios comerciales, entre los cuales resaltan Estados Unidos con una participación cercana al 40% y Venezuela con 13.44%. Aunado a lo anterior, las exportaciones más importaciones representan alrededor del 45% del PIB, donde el 80% de los bienes importados corresponde a bienes intermedios y de capital (Banco de la República, 2008). En consecuencia, estas participaciones sugieren una alta exposición a cambios en el entorno externo los cuales pueden afectar el producto de la economía.

En lo que respecta al periodo de la crisis, se aprecia que los términos de intercambio medidos como el cociente entre el índice de precios de los bienes exportados y el índice de precios de los importados, cayeron un 16% entre octubre de 2008 y enero de 2009 (ver gráfica 3). Por su parte, las exportaciones pese a presentar un comportamiento volátil registran un profundo decrecimiento entre el 2008-2009 (ver gráfica 4). La reducción del valor exportado estuvo explicada fundamentalmente por la dinámica de los términos de intercambio originados por la tendencia a la baja de los precios de los productos de exportación, principalmente de petróleo, cuyo principal destino es el mercado de los Estados Unidos. Asimismo, se registró para el mismo periodo una caída de las importaciones en 9.2%. Este comportamiento se debió, en parte, a la caída de la demanda interna por bienes intermedios o de consumo (Banco de la República, 2009).

**Gráfica 3**



Fuente: Banco de la República (2009).

Colombia enfrentó nuevamente un choque externo de gran magnitud, aunque de características disímiles. De hecho, después de la intensa crisis que azotó a la economía en 1999 la política monetaria se rige por un esquema de metas de inflación, con flexibilidad cambiaria, cuyo objetivo es alcanzar la meta fijada por las autoridades para cada año y lograr, en el largo plazo, una tasa de inflación que oscile entre  $3\% \pm 1$  pp. Con este esquema, el instrumento de política es la tasa de interés. Por tanto, cuando las autoridades modifican la postura de la política monetaria por medio de movimientos en dicho instrumento, se pretende que los agentes modifiquen su comportamiento, en particular, sus patrones de gasto y, de esta manera, se aminoren las presiones inflacionarias.

Usualmente, el comportamiento de los agentes se ve afectado, por un lado, por el efecto directo del aumento (disminución) en las tasas de interés sobre los costos de financiamiento de los gastos de consumo e inversión y el precio de los activos y, por el otro, por el efecto indirecto de cambios en las expectativas de inflación futura (Banco de la República, 2009).

**Gráfica 4**



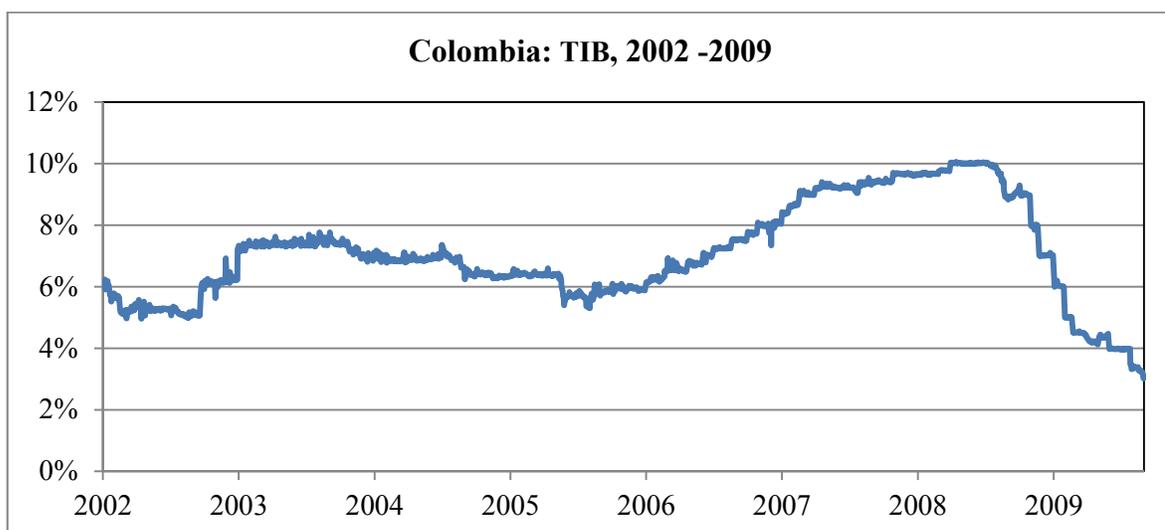
Fuente: Banco de la República (2009).

De esta manera, las tendencias decrecientes de la inflación y el crecimiento a raíz de la crisis financiera mundial fueron el escenario para la ejecución de una política monetaria anticíclica por parte del banco central. En efecto, la tasa de interés de intervención de la autoridad monetaria que se ubicó en un 10% en noviembre de 2008 fue reducida paulatinamente en 550 pp hasta alcanzar un valor del 4.5% a finales de junio de 2009. De hecho, la tasa de intervención disminuyó a un ritmo mensual de 100 pp (Banco de la República, 2009). En la gráfica 5 se observa la evolución de la tasa de interés interbancaria (TIB) la cual sigue de cerca la tasa de interés de referencia del Banco.<sup>2</sup> De esta manera, puede apreciarse como en la fase alta del ciclo económico que vivió Colombia entre 2003 y 2007 las tasas de interés fueron aumentadas para contener la expansión del gasto y la burbuja de crédito que ejercían fuertes presiones inflacionarias; en contraposición, cuando la economía inició su fase de desaceleración la política monetaria se torno menos contractiva.

---

<sup>2</sup> La TIB se refiere a la tasa de interés a la cual los intermediarios financieros –establecimientos bancarios, compañías de financiamiento comercial, corporaciones financieras y otros– se prestan fondos entre sí. Los préstamos de las entidades no requieren colaterales, por lo tanto, dicha tasa refleja el riesgo crediticio asociado con las contrapartes involucradas en las operaciones. Además, el nivel de la tasa refleja las condiciones de liquidez en el mercado monetario local (Banco de la República, 2009).

Gráfica 5



Fuente: Banco de la República (2009).

### 3 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las economías emergentes difieren de las economías desarrolladas en varias dimensiones: los países en desarrollo típicamente enfrentan grandes fluctuaciones en el precio de sus bienes exportables; dependen fuertemente de un rango escaso de bienes primarios para sus ingresos de exportación; y son altamente dependientes de los bienes de capital e insumos intermedios importados para la producción interna (Kose, 2002). A la luz de estas características estructurales, no es fútil postular que los términos de intercambio desempeñan un papel fundamental en las fluctuaciones de los ciclos económicos de estas economías. De hecho, la literatura sobre economías pequeñas y abiertas identifica los choques a los términos de intercambio como una de las fuerzas motrices de los ciclos en las economías emergentes.

En esta línea puede citarse a Mendoza (1995), quien fue pionero en analizar la importancia cuantitativa de los choques a los términos de intercambio como conductores del ciclo económico en las economías emergentes. Empleando una base de datos anual que incluyen siete países industrializados y 23 en desarrollo, exceptuando a Colombia, el autor esgrime una serie de regularidades empíricas. Una de ellas es que los choques a los términos de intercambio son grandes y persistentes. Asimismo, la media de la correlación contemporánea entre el componente cíclico del producto y el de los términos de intercambio se encuentra alrededor de 0.26 para las economías en desarrollo, y de 0.79 para las economías desarrolladas en el periodo 1965-1990. Finalmente, Mendoza construye un modelo de una pequeña economía abierta conformada por tres sectores –no transables, de exportación e importación–, a partir del cual concluye que entre el 40% y 60% de las fluctuaciones del producto interno bruto pueden ser explicadas por perturbaciones en los términos de intercambio.

Por otra parte, Kose (2002) estudia el papel de los choques a los precios mundiales –fluctuaciones en los precios de los bienes de capital, intermedios y primarios, y la tasa de

interés mundial– en la generación y propagación de los ciclos económicos en las economías en desarrollo. Para tal fin, construye un modelo de dos sectores: un sector de bienes primarios dedicado únicamente a la exportación y uno de no transables. Los bienes importados –capital e intermedios– se introducen en el modelo únicamente como insumos en el proceso productivo. Sus resultados revelan que el 88% de la variabilidad de la producción agregada puede ser explicada a partir de estos choques, básicamente porque ambos sectores productivos emplean como factores de producción bienes de capital e insumos intermedios importados, y por lo tanto, una alza en el precio internacional de las importaciones conduce a una contracción de la oferta agregada.

En contraste, otros estudios cuestionan el papel de los términos de intercambio en explicar las variaciones del ciclo económico. Broda (2004) halla que aproximadamente el 33% de la fluctuaciones del producto en las economías en desarrollo con régimen de tipo de cambio fijo pueden ser explicadas por perturbaciones en los términos de intercambio. En contraposición, en los regímenes de tipo de cambio flexible la contribución de los términos de intercambio es inferior al 15%. En el extremo del espectro, Raddatz (2007) resta importancia a los choques externos como factores claves en explicar las fluctuaciones cíclicas de las economías de bajo ingreso, pese a reconocer que las características estructurales de estas economías (por ejemplo, la alta participación de los bienes primarios en las exportaciones totales) puedan sugerir esta clase de enfoque. Mediante un modelo VAR con datos anuales para 40 países de bajo ingreso, y mediante un análisis de descomposición de varianza halla que los choques externos explican una ínfima fracción del total de la varianza del producto per cápita. Esto es, movimientos en los términos de intercambio aportan sólo el 37% del 11% explicado por todos los choques externos.

Centrando la atención en la economía colombiana, Parra (2008) –empleando datos trimestrales para el periodo de 1994 a 2007– reporta una correlación positiva entre los términos de intercambio y el producto de 0.24, corroborando los resultados encontrados por Mendoza (1995). Esto es, los términos de intercambio son débilmente procíclicos de manera contemporánea. Además, son 2.55 veces más volátiles que el producto y altamente persistentes, con un parámetro de autocorrelación de 0.68. Algunos hechos estilizados puntualizados por el autor, y de relevancia para esta investigación son: la tasa de crecimiento del deflactor del consumo agregado está determinada en mayor medida por el comportamiento de los precios de los bienes nacionales. Además, variaciones en los precios de los bienes importados no afectan de manera significativa la inflación del consumo, en parte debido a su baja participación dentro del consumo total. Finalmente, el autor reporta una elevada volatilidad de la inversión explicada de manera primordial por la elevada variabilidad de la inversión importada; y exportaciones netas anticíclicas.

Por su parte, Fernández (2009) está preocupado por identificar los motores que guían los ciclos económicos en los países emergentes. Aunque reconoce la importancia de los choques tecnológicos, aduce que estos no pueden ser la única fuente de explicación de los ciclos para dichas economías. En consecuencia, propone un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DGSE, por sus siglas en inglés) para el caso de la economía de Colombia en el periodo 1994-2008 en un marco de múltiples choques. Esto es, adicionalmente al tradicional choque a la tecnología se postulan otros potenciales choques, como a la tasa de interés mundial en conjunción con fricciones financieras, fluctuaciones a los términos de intercambio; y un componente de gasto de gobierno procíclico. El estudio concluye que los choques a la tasa de interés y las fricciones financieras son las fuerzas motrices de las propiedades observadas de los ciclos en

Colombia, tales como procesos de suavización del consumo, volatilidad de la inversión, el marcado comportamiento anticíclico de la razón balanza comercial-PIB.

En lo que respecta a las fluctuaciones de los términos de intercambio el autor concluye que no parecen haber sido relevantes para explicar la dinámica cíclica de la economía de Colombia. No obstante, el periodo de estudio de este trabajo no incluye la reciente crisis financiera, y por ende, el papel de los términos de intercambio aún se encuentra sin explorar en dicho contexto. Asimismo, la ausencia de rigideces nominales en los trabajos de Fernández (2009), Mendoza (1995) y Kose (2002) imposibilita asignarle un papel a la política monetaria. Por otra parte, los trabajos de Broda (2004) y Raddatz (2007) se encuentran sujetos a la crítica de Lucas (1976), y por lo tanto, no son apropiados para evaluar el papel de la política monetaria durante la reciente crisis.

Entre la literatura más cercana al tema de esta investigación se encuentra Mahadeva y Gómez (2009). En su estudio sobre los ciclos internacionales y la política monetaria en Colombia, reportan una correlación igual a 0.32 entre los términos de intercambio y el producto empleando datos anuales para 1970-2007. Adicionalmente, señalan que debido a la presencia de ineficiencias en el sector financiero nacional, las ganancias externas derivadas de aumentos en los precios de las exportaciones son canalizadas dentro de gasto no transable mediante expansiones del crédito. Lo anterior crea grandes apreciaciones durante los auges, y viceversa. Por tanto, estos movimientos en la tasa de cambio restringen el alcance para una política monetaria anticíclica. En esta línea, la investigación de los autores se erige como un llamado a entender y a estudiar cómo los factores externos condicionan la respuesta de la política monetaria.

Por otro lado, Bonaldi *et al.* (2009) estudian las principales rigideces nominales y reales que deben ser incluidas en un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DGSE) para replicar la dinámica de las variables agregadas en la economía colombiana. Sus resultados apuntan a que el ajuste empírico del modelo se encuentra determinado, primordialmente, por las rigideces de salarios y de precios internos, los costos de ajuste a la inversión y la rigidez de precios de los bienes importados. En lo referente a la dinámica de corto plazo del modelo, se concluye que la sensibilidad de la economía ante un choque de política monetaria depende en gran medida de las rigideces de salarios, del tipo de indexación de precios y salarios y de los costos de ajuste de la inversión.

A partir de la línea de investigación sugerida por Mahadeva y Gómez (2009), además del trabajo de Bonaldi *et al.* (2009), González *et al.* (2011) proponen un sofisticado modelo DGSE cuyo propósito central consiste en erigirse en un referente para realizar pronósticos y aconsejar al banco central de Colombia en lo referente a la conducción de la política monetaria. Los autores aducen que dado que Colombia es un pequeño jugador en los mercados mundiales, las variaciones en los precios internacionales –precios de las exportaciones e importaciones– son factores relevantes para la estabilización del producto y el manejo de la inflación. Esto se debe en parte a que los bienes importados son complementarios en la producción y el consumo interno. En consecuencia, un modelo DGSE debe capturar esta dinámica de la economía.

De la incipiente revisión de la literatura puede observarse que existe evidencia mixta acerca del papel de los términos de intercambio como fuerza que conduce el ciclo económico en las economías emergentes, particularmente en el caso de Colombia. En lo que respecta al estudio del papel de la política monetaria en presencia de choques a los términos de intercambio aún no se ha profundizado en esta materia y mucho menos a partir de la reciente crisis económica. De esta manera, la presente investigación tiene la

motivación de contribuir en este tópico mediante el estudio de los mecanismos de transmisión a través de los cuales operan los choques externos –caída en los términos de intercambio y en la demanda externa–, y la forma cómo estos podrían condicionar el papel de la política monetaria como estabilizador de las fluctuaciones de corto plazo de la economía.

## 4 EL MODELO

Esta sección presenta una descripción detallada del modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DGSE) que se pretende estimar. Esta investigación adopta el enfoque de un modelo DGSE debido a que estos se han convertido en la actualidad en el referente de la modelación macroeconómica, a raíz de su extensa microfundamentación, la cual permite superar la crítica de Lucas (1976). En los modelos macroeconómicos tradicionales, los parámetros que capturan la relación estadística entre las distintas variables se estiman tomando como dadas las políticas que fueron aplicadas durante el periodo de estimación. Por tanto, dichos parámetros son invariables ante cambios en política puesto que no incorporan de forma explícita el cambio en expectativas de los agentes económicos. En contraste, las reglas de decisión de los agentes provenientes de los modelos DGSE representan parámetros profundos (preferencias, producción, tecnología), lo cual permite incorporar explícitamente cómo los agentes ajustan sus decisiones ante cambios de política. A diferencia de los modelos tradicionales, los modelos DGSE pueden ser usados para evaluar reglas alternativas de política monetaria –desplazamiento de un régimen de tipo de cambio fijo a uno flexible; dolarización; un cambio en los ponderadores de la función de reacción del banco central, entre otros– (Cuche-Curti *et al.*, 2009).

El modelo que se desarrolla en esta investigación comparte elementos fundamentales del modelo DGSE presentado por Smets y Wouters (2003); Baksa *et al.* (2010) y Cuche-Curti *et al.* (2009). Asimismo, se sigue el enfoque de McCallum y Nelson (2001) y Kose (2002) en el sentido de considerar las importaciones únicamente como insumos de producción.<sup>3</sup> Concretamente, el modelo es de una economía pequeña y abierta conformada por dos sectores: no transable encargado de producir bienes finales para el consumo interno, y transable dirigido exclusivamente a abastecer la demanda externa. El modelo está caracterizado por la presencia de fricciones nominales y reales tales como precios rígidos, costos de ajuste de la inversión, y formación de hábitos externos en el consumo, las cuales son incluidas para replicar la persistencia empírica de los datos. A continuación, se esbozan los objetivos y restricciones que enfrentan los agentes en la economía.

### 4.1 Hogares

La economía está poblada por un continuo de hogares que viven infinitamente, indexados por  $j \in (0,1)$ . Cada periodo, el hogar representativo obtiene utilidad del consumo  $c_t(j)$  de

---

<sup>3</sup> Precisamente, Kose (2002) muestra que los principales bienes de importación de los países en desarrollo son bienes de capital e insumos intermedios, los cuales constituyen alrededor del 81% del total de importaciones. En concordancia con lo anterior, el presente modelo no considera importaciones de bienes finales dado que en el caso de Colombia los bienes de consumo dan cuenta de una pequeña fracción de las importaciones totales.

bienes no transables producidos en el sector interno y desutilidad del trabajo  $l_t(j)$ . Los hogares buscan maximizar el valor esperado de su función de utilidad intertemporal dada por:

$$(1) \quad E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u_t^j(c_t(j), l_t(j)).$$

Donde  $\beta \in (0,1)$  es el factor de descuento. Las preferencias son aditivamente separables en consumo y trabajo. La forma funcional que adopta la función de utilidad es la siguiente:

$$(2) \quad u(c_t, l_t) = \frac{(c_t(j) - h\bar{c}_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{l_t(j)^{1+\varphi}}{1+\varphi}.$$

El parámetro  $\sigma$  es el inverso de la elasticidad de sustitución intertemporal;  $\varphi$  representa el inverso de la elasticidad de la oferta de trabajo;  $\bar{c}_{t-1}$  es el consumo agregado en el tiempo  $t-1$ ; y el coeficiente  $h \in [0,1]$  mide la fortaleza en la formación de hábitos externos de consumo.<sup>4</sup>

Por otro lado, en cada periodo  $t$  el hogar representativo devenga ingresos provenientes del trabajo que oferta  $W_t l_t$ , donde  $W_t$  es el salario nominal pagado a los hogares; de la propiedad sobre el acervo de capital  $K_t(j)$ , el cual es rentado a las firmas productoras de bienes intermedios a una tasa  $r_t^k$ ; del pago del principal más intereses por la tenencia de bonos nominales libres de riesgo adquiridos en el periodo  $t-1$ ,  $(1+i_{t-1})B_{t-1}(j)$ , donde  $i_t$  es la tasa de interés nominal; y dividendos  $D_t$  de la propiedad que ostentan en el sector productivo. El hogar destina su ingreso al consumo  $c_t(j)$ , inversión  $I_t(j)$ , y compra de bonos  $B_t(j)$ . Finalmente,  $P_t$  es el índice de precios de los bienes producidos para el consumo interno. A partir de lo anterior, la restricción presupuestal del hogar  $j$  puede expresarse en términos nominales de la siguiente manera:

$$(3) \quad P_t c_t(j) + P_t I_t(j) + B_t(j) = (1+i_{t-1})B_{t-1}(j) + P_t W_t L_t(j) + P_t r_t^k K_t(j) + D_t.$$

La ley del movimiento del capital físico está dada por:

$$(4) \quad K_t = (1-\delta)K_{t-1} + \left[1 - S_I\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\right] I_t,$$

donde  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital y  $S_I$  representa los costos de ajuste de la inversión.<sup>5</sup> Adicionalmente, se supone la siguiente forma funcional:

---

<sup>4</sup> Los modelos DSGE incorporan hábitos de consumo con el objeto de intentar explicar mejor la dinámica observada de la economía. De hecho, los datos indican que la respuesta del consumo frente a una perturbación positiva tiene una forma de campana, donde la mayor respuesta se observa algunos periodos posteriores a la fecha en que se produjo la perturbación. Por tanto, la consideración de hábitos es un elemento clave para entender los mecanismos de transmisión monetaria (Christiano *et al.*, 2005).

<sup>5</sup> Al respecto, Christiano *et al.* (2005) argumentan que la introducción de costos de ajuste en la inversión es superior en comparación a otras especificaciones como los costos de ajuste de capital, en términos de la capacidad del modelo para replicar la dinámica de la economía en lo referente a la respuesta del nivel de producto y la inversión ante una perturbación monetaria. Asimismo,

$$(5) \quad S_I \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) = \frac{\phi}{2} \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} - 1 \right)^2, \quad S_I > 0.$$

Esto implica que  $S_I \geq 0$ , y en estado estacionario  $S_I(1) = S_I'(1) = 0$ .

En última instancia, el problema del consumidor consiste en elegir secuencias para el consumo, la tenencia de bonos, la inversión, la oferta de trabajo y el capital físico que maximicen su función objetivo (1) sujeto a (2), (3), (4) y (5) y a las condiciones de transversalidad para capital y bonos. Formalmente, el hogar resuelve el siguiente problema:

$$(6) \quad \begin{aligned} & \text{máx} \\ & \{c_t, B_t, l_t, K_t, I_t\}_{t=0}^{\infty} \quad E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(c_t - h\bar{c}_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{l_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \\ & \text{s. a (2), (3), (4) y (5)} \quad K_{-1} \text{ y } B_{-1} \text{ dado.} \end{aligned}$$

## 4.2 Sector productivo

### 4.2.1 Tecnología y firmas

El aparato productivo de esta economía está conformado por dos sectores encargados de producir bienes finales: uno no transable y otro transable (o exportador), denominados por  $n$  y  $t$ , respectivamente. Una característica fundamental de la modelación consiste en considerar a los bienes de importación únicamente como insumos. A continuación se describen cada uno de los problemas y restricciones que enfrentan los productores de esta economía.

### 4.2.2 Productores competitivos de bienes finales

El bien final  $y_t^s$  en el sector  $s$  ( $s = n, t$ ) es producido en un entorno competitivo con una tecnología de rendimientos constantes a escala, a partir de un continuo de bienes intermedios diferenciados  $y_t^s(i), i \in [0,1]$ . La tecnología de producción está representada por la siguiente función de producción con elasticidad de sustitución constante (CES, por sus siglas en inglés):

$$(7) \quad y_t^s = \left[ \int_0^1 y_t(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}},$$

donde  $\theta > 1$  mide el grado de elasticidad de sustitución. El problema de maximización que resuelve la firma de bien final en el periodo  $t$  es el siguiente:

$$(8) \quad \text{máx}_{\{y_t^s(i)\}} \left\{ P_t^s \left( \int_0^1 y_t(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} - \int_0^1 P_t^s(i) y_t^s(i) di \right\}.$$

---

Christiano *et al.* (2005) muestran que la consideración de costos de ajuste en la inversión es útil en capturar la respuesta en forma de campana que exhibe la inversión ante choques monetarios.

Donde  $P_t^s(i)$  corresponde al precio del bien intermedio  $y_t^s(i)$  y  $P_t^s$  es el precio del bien final. La solución al anterior problema arroja la función de demanda para el bien intermedio  $i$ :

$$(9) \quad y_t^s(i) = y_t^s \left( \frac{P_t}{P_t(i)} \right)^\theta.$$

Asimismo, el índice de precios del sector de bienes finales  $P_t^s$  esta dado por:

$$(10) \quad P_t^s = \left[ \int_0^1 (P_t^s(i))^{1-\theta} di \right]^{\frac{1}{1-\theta}}.$$

### 4.2.3 Productores monopolísticos de bienes intermedios

El continuo de bienes intermedios  $y_t^s(i)$  es producido bajo competencia monopolística. La tecnología de producción CES es la misma para todas las firmas individuales que producen  $y_t^s(i)$ . La firma  $i$  usa la siguiente tecnología:

$$(11) \quad y_t^s(i) = A_t \left[ \bar{\alpha}_s^{1/\rho} K_t^s(i)^{\frac{\rho-1}{\rho}} + (1 - \bar{\alpha}_s)^{\frac{1}{\rho}} g_t^s(i)^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}} - \bar{f}_s,$$

con  $A_t$  que representa el nivel de tecnología;  $\bar{\alpha}_s \in (0,1)$  mide la participación de estado estacionario del capital en la el costo marginal producción;  $K_t^s(i)$  es el capital físico;  $g_t^s(i)$  corresponde a un insumo intermedio homogéneo. En el espíritu de Cuche-Curti *et al.* (2009)  $g_t^s$  es por sí mismo una CES la cual agrega trabajo  $l_t^s$  e importaciones  $m_t^s$  para producir dicho insumo. Formalmente, se tiene:

$$(12) \quad g_t^s = \left[ \omega_s^{1/\rho_g} (m_t^s)^{\frac{\rho_g-1}{\rho_g}} + (1 - \omega_s)^{\frac{1}{\rho_g}} (l_t^s)^{\frac{\rho_g-1}{\rho_g}} \right]^{\frac{\rho_g}{\rho_g-1}}.$$

En este caso,  $\rho_g > 0$  denota la elasticidad de sustitución entre trabajo e insumos importados, y  $\omega_s \in (0,1)$  representa la participación de las importaciones en la producción de  $g_t^s$ .

Adicionalmente,  $\bar{f}_s$  es el costo fijo real uniforme de la industria; y el parámetro  $\rho > 0$  mide la elasticidad de sustitución entre los factores  $K_t^s$  y  $g_t^s$ . La solución del problema de minimización de costos de la firma implica que el costo marginal en términos reales está dado por la siguiente expresión:

$$(13) \quad cmg_t^s = \frac{\left[ \alpha_s (r_t^k)^{1-\rho} + (1 - \alpha_s) (w_t^{g_s})^{1-\rho} \right]^{\frac{1}{1-\rho}}}{A_t}.$$

Donde,  $r_t^k$  es la tasa de renta del capital y  $w_t^{g_s}$  es el precio del insumo compuesto  $g_t^s$ . Nótese que el costo marginal es creciente en el precio real de los factores, decreciente en el parámetro de la productividad total de los factores  $A_t$  e independiente del nivel de producción debido al supuesto de rendimientos constantes a escala.

Además, se supone que la tecnología  $A_t$  sigue un proceso estocástico y autorregresivo de primer orden, tal que:

$$(14) \quad \ln A_t = (1 - \rho_A) \ln \bar{A} + \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_t^A; \quad \varepsilon_t^A \sim n(0, \sigma_A^2).$$

Donde  $0 < \rho_A < 1$  con el objeto de garantizar la estacionariedad del proceso y  $\sigma_A$  es la desviación estándar del proceso, y  $\varepsilon_t^A$  es el choque tecnológico.

### **Fijación de precios en el sector de bienes intermedios**

A continuación se describe la fijación de precios en el sector intermedio tanto para los bienes producidos para el uso interno (no transables) como para los dedicados a abastecer la demanda externa (transables). En esta línea, los precios de los bienes intermedios son rígidos y siguen un esquema de fijación tipo Calvo (1983). En cada periodo, los productores de bienes intermedios en el sector no transable enfrentan una probabilidad constante,  $1 - \gamma_n$ , de reoptimizar su precio de forma racional. La capacidad de reoptimizar el precio es independiente a través de las firmas y el tiempo. La fracción restante de firmas  $\gamma_n$  modifica sus precios de acuerdo con la siguiente regla de fijación de precios:

$$(15) \quad P_t^n(i) = P_{t-1}^n(i).$$

Cuando la firma  $i$  puede ajustar precios de manera óptima su problema consiste en elegir  $P_t(i)$  para maximizar la suma descontada de los beneficios esperados, sujeto a la función de demanda por el bien intermedio  $i$  (9), y a la regla de fijación de precios (14).

$$(16) \quad \max_{\{P_t(i)\}} \left\{ E_t \left[ \sum_{t=0}^{\infty} (\gamma_n)^{T-t} D_{T,t} \left( y_T^n \left( \frac{P_T}{P_t(i)} \right)^\theta [P_t(i) - cmg_t^n] - \bar{f}_n \right) \right] \right\}.$$

Donde  $D_{T,t}$  es el factor estocástico de descuento, esto es:

$$(17) \quad D_{T,t} = \beta^{T-t} \frac{\lambda_T/P_T}{\lambda_t/P_t},$$

y  $\lambda_t$  es la utilidad marginal del consumo de los hogares. El precio óptimo está caracterizado por:

$$(18) \quad P_t^n(i) = \frac{\theta}{\theta - 1} \frac{E_t \sum_{t=0}^{\infty} (\beta r)^{T-t} D_{T,t} y_T^n P_T cmg_t^s}{E_t \sum_{t=0}^{\infty} (\beta r)^{T-t} D_{T,t} y_T^n}.$$

Recuérdese que  $\theta > 1$ , de esta manera la expresión  $\theta/(\theta - 1) > 1$  representa el margen de ganancia (*mark up*) que las firmas de bienes intermedios fijan sobre la razón de la secuencia descontada de costos totales dividida entre la secuencia descontada de producción real.

La ecuación (10) y los supuestos sobre la fijación de precios implican que la evolución agregada del índice de precios está dada por:

$$(19) \quad (P_t)^{1-\theta} = (1 - \gamma_d) P_t(i)^{1-\theta} + \gamma_d (P_{t-1})^{1-\theta}.$$

Finalmente, la fijación de precios óptima combinada con la regla de indexación de precios permite obtener la curva de *Phillips neokeynesiana* para la inflación interna:

$$(20) \quad \tilde{\pi}_t = \beta E_t[\tilde{\pi}_{t+1}] + \lambda[\widehat{cmg}_t].$$

La tilde denota la desviación log lineal de una variable con respecto a su valor de estado estacionario. Por tanto, la inflación interna ( $\tilde{\pi}_t$ ) es una función de la inflación interna esperada ( $E_t[\tilde{\pi}_{t+1}]$ ), de  $\lambda = \frac{(1-\gamma_n)(1-\beta\gamma_n)}{\gamma_n}$  que depende de la frecuencia del ajuste de precios o del grado de rigideces de precios ( $\gamma_n$ ), y de  $\overline{cmg}_t$  que es el costo marginal, el cual a su vez es función de la tasa de renta del capital  $r_t^k$ , el precio del insumo compuesto  $g_t^s$  y el parámetro de la productividad  $A_t$ . Un resultado interesante surge con respecto al parámetro  $\lambda$ : nótese que  $\partial\lambda/\partial\gamma_n < 0$ , lo cual implica que un aumento en la fracción de las firmas que mantienen sus precios rígidos ( $\gamma_n$ ) se traduce en una menor respuesta de la inflación ante movimientos en el costo marginal.

El problema de determinación de precios en el sector transable es similar al descrito previamente para el sector interno. No obstante, los precios son fijados en moneda extranjera. En consecuencia, las firmas fijan  $P_t^{t*} = \frac{P_t^t}{e_t}$ , donde  $e_t$  es el tipo de cambio nominal. En el caso de la fracción de empresas incapaces de reoptimizar su precio en el tiempo  $t$ , el esquema de fijación de precios es el siguiente:

$$(21) \quad P_t(i)^{t*} = P_{t-1}(i)^{t*}.$$

El problema de maximización de la firma  $i$  es:

$$(22) \quad \max_{\{P_t^{x*}(i)\}} \left\{ E_t \sum_{t=0}^{\infty} \left[ (\gamma_x)^{T-t} D_{T,t} \left( y_t^t \left( \frac{P_t^{t*}}{P_t^{t*}(i)} \right)^\theta [e_t P_t^{t*}(i) - cmg_t^t] - \bar{f}_t \right) \right] \right\}.$$

Por analogía al caso del sector interno, la combinación de las condiciones de optimalidad y de la fijación de precios conduce a la siguiente de curva de Phillips para el precio de las exportaciones:

$$(23) \quad \tilde{\pi}_t^{t*} = \beta E_t[\tilde{\pi}_{t+1}^{t*}] + \lambda[\overline{cmg}_t^{t*}],$$

$$\text{con } \lambda = \left( \frac{(1-\gamma_t)(1-\beta\gamma_t)}{\gamma_t} \right) \text{ y } \overline{cmg}_t^{t*} = \overline{cmg}_t^t - \tilde{q}_t - \tilde{p}_t^t.$$

Donde  $\tilde{\pi}_t^{t*}$  es la tasa de inflación de los precios de los bienes transables (en unidades de moneda extranjera),  $\tilde{q}_t$  es la desviación porcentual del tipo de cambio real con respecto a su nivel de estado estacionario. Intuitivamente, la tasa de cambio de los precios cargados para los bienes transables en unidades de moneda extranjera se incrementa con los costos marginales reales ( $\overline{cmg}_t^t$ ) y con una apreciación real, y viceversa.

### 4.3 Banco central

La autoridad monetaria sigue un esquema de inflación objetivo, y fija la tasa de interés nominal,  $i_t$ , de acuerdo a una regla tipo Taylor similar a la sugerida por Hamann y Pérez (2006):

$$(24) \quad i_t = \varrho_i i_{t-1} + (1 - \varrho_i) \left[ \psi_\pi (\pi_t - \bar{\pi}) + \psi_y \left( \frac{y_t}{y_{t-1}} \right) + \psi_e e_t \right] + \epsilon_t^M.$$

De esta forma, la tasa de interés nominal está determinada por la tasa de interés del periodo pasado, asimismo, responde a la inflación corriente, a la tasa de crecimiento del producto, y al tipo de cambio nominal. Además, los parámetros  $\varrho_i, \psi_\pi, \psi_y, \psi_e$  señalan la importancia que el banco central le atribuye a la tasa de interés, inflación, tasa de

crecimiento del producto, y tipo de cambio, respectivamente, dentro de su función de reacción. Finalmente,  $\varepsilon_{M,t}$  representa un choque a la política monetaria, el cual se rige por el siguiente proceso estocástico:

$$(25) \quad \ln \varepsilon_{M,t} = (1 - \rho_i) \ln \bar{\varepsilon} + \rho_i \ln \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t^M; \quad \varepsilon_t^M \sim n(0, \sigma_M^2).$$

Nuevamente, suponemos que  $0 < \rho_i < 1$ .

Por otra parte, el tipo de cambio nominal está determinado por la paridad descubierta de tasas de interés:

$$(26) \quad \frac{1 + i_t}{1 + i_t^*} = E_t \frac{e_{t+1}}{e_t}.$$

Con  $i_t^*$  que representa la tasa de interés nominal que afectan los activos internos en los mercados internacionales. Adicionalmente, para obtener la estacionariedad de los bonos se sigue a Schmitt-Grohe y Uribe (2003), y se supone que la tasa de interés  $i_t^*$  esta dada por:

$$(27) \quad \frac{1 + i_t^*}{1 + i^*} = \exp(-v(b_t - \bar{b})).$$

Donde  $\bar{b}$  es el nivel de deuda neta correspondiente al estado estacionario,  $b_t$  representa la posición de activos externos netos de la economía en moneda foránea, y  $v$  que se interpreta como la elasticidad de la prima de riesgo con respecto al endeudamiento externo.

#### 4.4 Sector externo

En términos de flujos comerciales, el resto del mundo está representado por una ecuación de demanda de exportaciones  $X_t$  *ad hoc*:

$$(28) \quad \frac{X_t}{X_{t-1}^{h_x}} = (P_t^{t^*})^{-\theta_x^*} X_t^*.$$

El parámetro  $h_x$  representa los hábitos en  $X_t$ ;  $P_t^{x^*}$  es el índice de precios de bienes exportados (o transables) denominados en moneda extranjera;  $\theta_x^*$  es la elasticidad precio de las exportaciones; y  $X_t^*$  es un choque exógeno a las exportaciones, el cual se comporta de acuerdo al siguiente proceso:

$$(29) \quad \ln X_t^* = (1 - \rho_x) \ln \bar{X}^* + \rho_x \ln X_{t-1}^* + \varepsilon_t^x; \quad 0 < \rho_x < 1 \quad \varepsilon_t^x \sim n(0, \sigma_x^2).$$

Finalmente, el precio de las importaciones  $P_t^{m^*}$  en moneda extranjera es considerado exógeno, y su ley de movimiento es la siguiente:

$$(30) \quad \ln P_t^{m^*} = (1 - \rho_{m^*}) \ln \bar{P}^{m^*} + \rho_{m^*} \ln P_{t-1}^{m^*} + \varepsilon_t^{m^*}; \quad 0 < \rho_i < 1 \quad \varepsilon_t^{m^*} \sim n(0, \sigma_{m^*}^2).$$

#### 4.5 Condiciones de equilibrio

Las condiciones de equilibrio en el mercado de bienes y de factores (trabajo, importaciones y capital) vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$(31) \quad y_t^d = c_t + I_t,$$

$$(32) \quad y_t^x = x_t,$$

$$(33) \quad l_t = \int_0^1 l_t(i) di,$$

$$(34) \quad m_t = \int_0^1 m_t(i) di,$$

$$(35) \quad k_t = \int_0^1 k_t(i) di.$$

## 5 CALIBRACIÓN DEL MODELO

En esta sección se describe la forma como se calibró el modelo para recrear las características de la economía colombiana. Para la determinación del valor de los parámetros se fijan valores que son típicamente referenciados en la literatura sobre economías pequeñas y abiertas. Además, se hace uso de series de datos para Colombia que sean consistentes con el modelo. Las series de datos utilizadas son de periodicidad trimestral y comprenden el periodo 2002:1 a 2011:4. La elección del periodo permite incluir la crisis financiera acaecida a partir del año 2008. Los datos empleados corresponden con las exportaciones totales a precios constantes del año 2000; la tasa de interés interbancaria (TIB); el índice de precios al productor de bienes importados y el promedio del tipo de cambio peso-dólar. Todas estas variables son medidas como desviaciones de su tendencia, la cual se obtuvo mediante el filtro de Hodrick-Prescott con un parámetro de suavización de 1,600. La información es obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entidad encargada de recolectar, consolidar y publicar información sobre las cuentas nacionales colombianas.

Siguiendo a Prada (2008) el parámetro  $\beta$  se fija en 0.99 con el fin de obtener una tasa anualizada de interés real en estado estacionario de 3.42%, igual al promedio de la tasa implícita de la deuda externa de Colombia. El parámetro de hábitos de consumo  $h$  se fija en 0.2572, el cual fue reportado por Bonaldi, González y Rodríguez (2010). Es común en la literatura usar un valor del inverso de la elasticidad de sustitución intertemporal  $\sigma = 2$ , para el caso de Colombia ha sido empleado por López y Prada (2008). De manera similar, se establece el parámetro  $\varphi$  que determina la elasticidad de la oferta de trabajo en un valor de 1.6.

Por su parte, la tasa de depreciación trimestral  $\delta$  se fija en 0.0228, valor que iguala el promedio observado de la razón inversión bruta y consumo de bienes durables entre el PIB (Prada, 2009). En un estudio acerca de los márgenes de beneficios en la industria colombiana realizado por Arango *et al.* (1998) se concluye que en promedio el margen del precio sobre los costos marginales es alrededor del 25%. En consecuencia, el parámetro de la elasticidad entre bienes intermedios  $\theta$  es igual a 5.

La probabilidad  $\gamma$  de que las firmas puedan fijar precios tanto en el sector interno como en el exportador se fija en un valor igual a 0.75, el cual es estándar en la literatura e implica

que los contratos de precios son actualizados una vez al año. Asimismo, se establecen los costos de ajustes de la inversión  $\phi''$  en 15 (Hamann *et al.*, 2006). La elasticidad de la demanda de exportaciones  $\theta_x^*$  fue calibrada para Colombia por López *et al.* (2008) en un valor de 0.75. De otra parte, el parámetro  $v$  que está asociado a la elasticidad de la tasa de interés con respecto a la deuda se fija en un valor mínimo (0.001) que garantice la estacionariedad de los bonos (Schmitt-Grohe y Uribe, 2003).

Para los coeficientes de la regla de Taylor,  $\{\rho_i, \psi_y, \psi_\pi, \psi_e\}$  que representan la ponderación que asigna la autoridad monetaria a la tasa de interés, producto, inflación y tipo de cambio, respectivamente, en su función de reacción, se fijan los valores en: 0.40, 0.50, 1.5, 0.92. El valor adjudicado a los parámetros de la regla de política es consistente con otros trabajos para el caso de Colombia, por ejemplo, López *et al.* (2008) y Hamann *et al.* (2006). Asimismo, se fija la participación de las importaciones en el costo marginal de estado estacionario del sector no transable y exportador, esto es,  $\{\omega_n, \omega_t\}$  en 0.20, lo cual implica que las importaciones tienen un 25% de participación en el producto. Nótese que tales parámetros pueden interpretarse como el grado de apertura que exhibe una economía. El valor de los parámetros se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1 Parámetros del modelo			
Descripción	Parámetro	Valor	Fuente
Factor subjetivo de descuento	$\beta$	0.99	Prada (2008)
Parámetro de hábitos de consumo	$h$	0.257 2	Bonaldi, González y Rodríguez (2010)
Inverso de la elasticidad de sustitución intertemporal	$\sigma$	2	López y Prada (2008)
Inverso de la elasticidad de la oferta de trabajo	$\varphi$	1.6	Fernández (2009)
Tasa de depreciación	$\delta$	0.028 7	Prada (2008)
Costos de ajuste de la inversión	$\phi''$	15	Hamann, Pérez y Rodríguez (2006)
Elasticidad de sustitución entre bienes intermedios	$\theta$	5	Arango, García, Hernández y Ramírez (1998)
Participación de estado estacionario del capital en el costo marginal del sector interno	$\bar{\alpha}_d$	0.1 2	
Participación de estado estacionario del capital en el costo marginal del sector exportador	$\bar{\alpha}_x$	0.17	
Participación de las importaciones en el costo marginal de estado estacionario del sector interno	$\omega_n$	0.2	

Cuadro 1			
Parámetros del modelo (continuación)			
Participación de las importaciones en el costo marginal de estado estacionario del sector exportador	$\omega_t$	0.2	
Proporción costo fijo-producción total	$f_s$	0.10	Baksa <i>et al.</i> (2010)
Elasticidad de sustitución entre el capital y el insumo intermedio	$\rho$	0.80	Baksa <i>et al.</i> (2010)
Elasticidad de sustitución entre trabajo e insumos importados	$\rho_\phi$	0.50	Baksa <i>et al.</i> (2010)
Parámetro de rigideces de precios a la Calvo	$\gamma_n$	0.75	Hamann, Pérez y Rodríguez (2006)
Coefficiente de suavizamiento de la tasa de interés	$\varrho_i$	0.40	Prada (2008)
Coefficiente de suavizamiento del producto	$\psi_y$	0.50	Prada (2008)
Coefficiente de suavizamiento de la inflación	$\psi_\pi$	1.5	Hamann, Pérez y Rodríguez (2006)
Coefficiente de suavizamiento del tipo de cambio	$\psi_e$	0.92	Tovar (2006)
Elasticidad precio de las exportaciones	$\theta_x^*$	0.75	López y Prada (2008)
Elasticidad de la deuda con respecto a la tasa de interés	$v$	0.00 1	Schmitt-Grohe y Uribe (2003)

NOTA: En los casos en que no se señala la fuente, significa que el parámetro toma diferentes valores en el estudio cuantitativo.

Los parámetros de persistencia de los choques a los términos de intercambio, a la tasa de interés y a las exportaciones,  $\{\rho_{m^*}, \rho_i, \rho_x\}$  se estiman con un modelo autorregresivo de orden uno, por mínimos cuadrados ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) sobre la parte cíclica de las series. La construcción de la serie para los precios de los bienes importados se realizó como la razón entre el índice de precios al productor de bienes importados y la tasa de cambio nominal promedio entre el peso colombiano y el dólar. Finalmente, la especificación econométrica se corresponde con las versiones log-lineales de los choques que se especifican en el modelo. Es decir:

$$\begin{aligned} \tilde{p}_t^{m^*} &= \rho_A \tilde{p}_{t-1}^{m^*} + \epsilon_t^{p^{m^*}} & \epsilon_t^{p^{m^*}} &\sim (0, \sigma_{p^*}) \\ \ln \varepsilon_{M,t} &= (1 - \rho_i) \ln \bar{\varepsilon} + \rho_i \ln \varepsilon_{t-1} + \epsilon_t^M \\ \tilde{X}_t &= \rho_x \tilde{X}_{t-1} + \epsilon_t^x & \epsilon_t^x &\sim (0, \sigma_x) \end{aligned}$$

Adicionalmente, el parámetro de persistencia del choque tecnológico  $\rho_A$  y su respectiva desviación estándar  $\sigma_A$ , son estimados para el caso de Colombia por Tovar (2006). El cuadro 2 resume el valor de los diferentes parámetros.

Cuadro 2 Parámetros de los choques			
Descripción	Parámetro	Valor	Fuente
Parámetro de persistencia de la tecnología	$\rho_A$	0.86	Tovar (2006)
Desviación estándar del choque tecnológico	$\sigma_A$	0.003	Tovar (2006)
Parámetro de persistencia del choque monetario	$\rho_i$	0.66	Estimación OLS
Desviación estándar del choque monetario	$\sigma_i$	0.005	Estimación OLS
Parámetro de persistencia de los términos de intercambio	$\rho_{p^*}$	0.51	Estimación OLS
Desviación estándar del choque a los términos de intercambio	$\sigma_{p^*}$	0.023	Estimación OLS
Parámetro de persistencia del choque a la demanda externa	$\rho_x$	0.45	Estimación OLS
Desviación estándar del choque a la demanda externa	$\sigma_x$	0.033	Estimación OLS

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Análisis de momentos

En esta sección se reportan los momentos no condicionados simulados con el modelo estimado en secciones previas, con la regla de política monetaria que considera objetivos de inflación y producto, frente a los calculados a partir de las series históricas trimestrales para la economía colombiana en el periodo de 1994-2007 presentadas por Parra (2008). El cuadro 3 presenta el comparativo de los momentos de los datos y los predichos por el modelo, después de realizar 1,000 simulaciones con una longitud de 56 periodos que obedece al tamaño de muestra de los datos.

En general se puede apreciar que el modelo reproduce momentos no condicionados, cercanos a los que se observan en los datos. El modelo exhibe un buen ajuste en varias dimensiones. En primer lugar, hace un buen trabajo en aproximar las volatilidades absolutas del PIB, el consumo y la inversión, además de volatilidades relativas con respecto al producto para el consumo y la inversión de 0.916 y de 5.868, en tanto que en los datos se registran valores de 1.044 y de 6.424, respectivamente. En segundo lugar, en todos los casos el modelo produce correlaciones con el signo correcto, consistentes con lo que se observa en los datos.

Pese al anterior escenario, el modelo exhibe algunas debilidades. La más importante alude al comportamiento de las exportaciones cuya desviación estándar es menor que la registrada en los datos, asimismo, su volatilidad con respecto al PIB también es baja.

Además, el modelo no logra replicar el hecho de que las exportaciones son acíclicas. Finalmente, el modelo subestima la correlación cíclica del precio de las importaciones, además de su volatilidad absoluta y relativa con respecto al producto.

<b>Cuadro 3</b>		
<b>Desviación estándar</b>		
	Actual	Modelo
PIB	1.792	1.874
Consumo	1.870	1.717
Inversión	11.512	10.994
Exportaciones	3.270	1.659
Precio importaciones	4.989	3.140

<b>Desviación estándar relativa con respecto al PIB</b>		
	Actual	Modelo
Consumo/PIB	1.044	0.916
Inversión/PIB	6.424	5.868
Exportaciones/PIB	1.825	0.885
Precio importaciones/PIB	2.784	1.609

<b>Correlación entre el PIB y variables de interés</b>		
	Actual	Modelo
Consumo	0.880	0.940
Inversión	0.843	0.860
Exportaciones	0.061	0.360
Precio importaciones	-0.2617	-0.140

FUENTE: Parra (2008) y elaboración propia.

## 6.2 Análisis de impulsos-respuesta

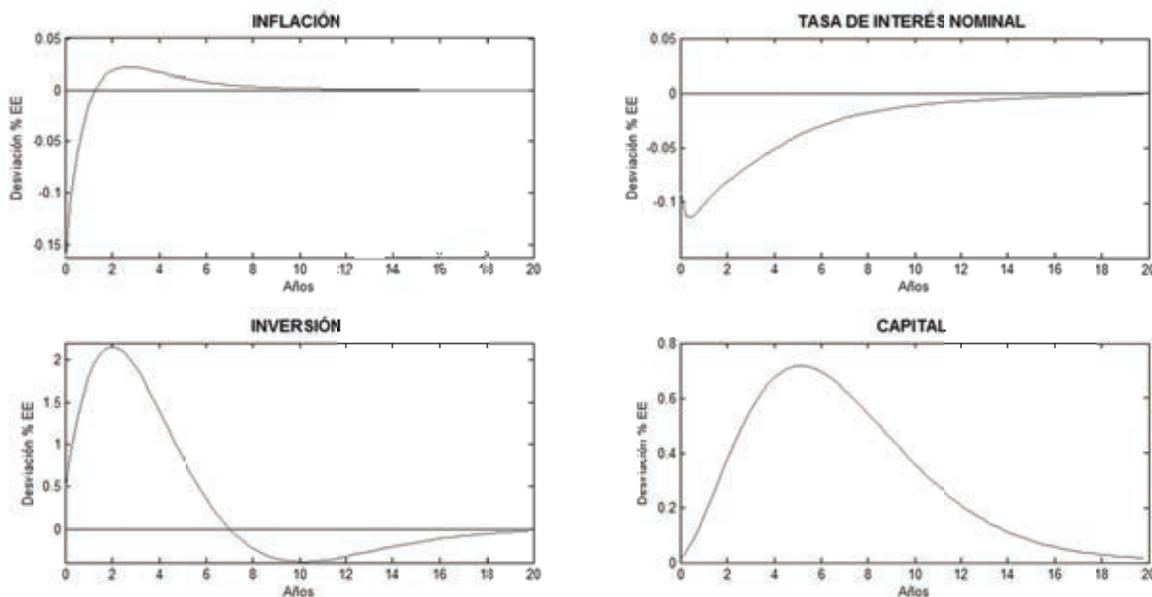
En esta sección se presentan las propiedades del modelo mediante el análisis de las funciones de impulso-respuesta que se obtienen a partir de los siguientes choques: a la productividad de los factores, a la tasa de interés, a los términos de intercambio, y a la demanda de exportaciones. Este ejercicio es útil para ilustrar los diferentes mecanismos de transmisión de las perturbaciones consideradas sobre las principales variables de interés.

### 6.2.1 Choque a la productividad

La gráfica 6 muestra las funciones de impulso-respuesta que se obtienen ante un incremento temporal del 1% en la productividad en el sector de bienes intermedios con respecto a su nivel de estado estacionario. En el contexto de rigideces nominales, un choque positivo a la productividad se traduce en una expansión de la actividad económica. Tanto la producción interna como las exportaciones aumentan lo cual se traduce en un incremento del PIB, además el consumo, la inversión y el capital también se aumentan en el momento del impacto. Al mismo tiempo, se observa una caída del empleo (ver gráfica 6). Este resultado está en contraste con las predicciones del modelo estándar de los ciclos reales sin rigideces nominales. No obstante, ha sido documentado por Galí (1999) quien señala que con competencia monopolística y rigideces de precios el incremento en la capacidad productiva a raíz del aumento en la productividad no puede ser absorbido completamente por los consumidores en el corto plazo, lo cual explicaría la caída en el trabajo.

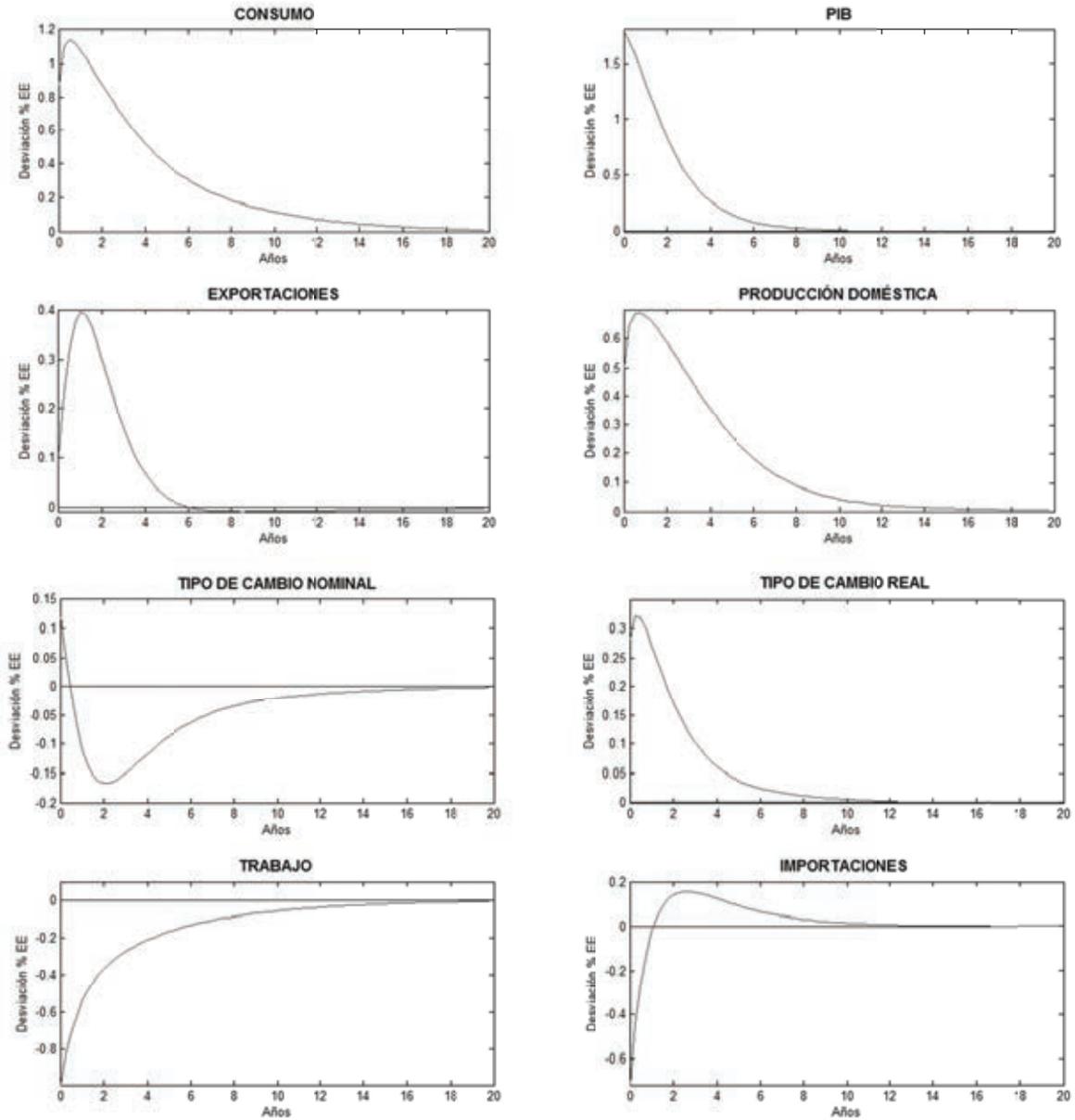
A su vez, debido al aumento en la productividad los costos marginales decrecen al momento del impacto. Por tanto, de acuerdo a la curva de Phillips la inflación cae al momento del choque. Como respuesta a la disminución de la tasa de inflación, el banco central disminuye la tasa de interés de acuerdo con la regla de tasa de interés postulada, es decir, aquella donde la autoridad monetaria reacciona a desviaciones de la inflación y de tasa de crecimiento del producto. Asimismo, la paridad descubierta de tasas de interés puede ser presentada como una explicación de la reacción del tipo de cambio nominal. Esto es, la caída en la tasa de interés nominal incorpora una depreciación de la moneda nacional en el momento del choque, y por tanto, un incremento en las exportaciones que explica a su vez el aumento en la producción. Cuando el efecto del choque a la productividad se empieza a desvanecer, la tasa de interés comienza a crecer con el fin de contener las presiones inflacionarias nacientes, y finalmente, todas las variables convergen de nuevo a su estado estacionario.

**Gráfica 6**  
**Impulso-respuesta de un choque a la productividad**



Gráfica 6

Impulso-respuesta de un choque a la productividad (continuación)



6.2.2 Choque monetario

La política monetaria influencia a la economía a través de dos canales. El primero, opera por medio de la demanda agregada, puesto que cambios en el costo de pedir prestado en moneda nacional, es decir, movimientos en la tasa de interés real afectan las decisiones de consumo mediante de la ecuación de Euler, la cual se enlista a continuación:

$$\tilde{c}_t = \frac{h}{1+h} \tilde{c}_{t-1} + \frac{1}{1+h} \tilde{E}_t[\tilde{c}_{t+1}] - \frac{(1-h)}{(1+h)\sigma} [\tilde{l}_t - \tilde{E}_t\tilde{\pi}_{t+1}].$$

Nótese que en ausencia de hábitos en el consumo,  $h = 0$ , la anterior expresión se reduce a la ecuación de Euler tradicional. Con formación de hábitos externos, el consumo

depende del promedio ponderado del consumo pasado y el esperado. En este caso, la elasticidad del consumo con respecto a la tasa de interés depende no sólo de la elasticidad de sustitución intertemporal, sino del parámetro de persistencia de los hábitos. Un alto grado de hábitos tenderá a reducir el impacto de la tasa de interés sobre el consumo para una elasticidad de sustitución dada.

El segundo, opera mediante la tasa de cambio. En este caso, un incremento en la tasa de interés provoca una caída del tipo de cambio nominal por la paridad descubierta de tasas de interés. La apreciación nominal genera, de una parte, la disminución de los costos de los insumo importados, y por tanto, disminuye el costo marginal de producción en moneda nacional. Por otro parte, dado que los precios de los exportadores son rígidos y se fijan en moneda extranjera, se disminuyen los beneficios del sector exportador, o alternativamente, incrementa el costo marginal de los productores de bienes de exportación en términos de moneda extranjera.

La gráfica 7 muestra la respuesta de las variables macroeconómicas claves frente a un choque monetario restrictivo, es decir, un aumento del 1% del instrumento de política monetaria con respecto a su nivel de estado estacionario. El incremento en la tasa de interés nominal provoca una contracción de la actividad económica en todos los ámbitos (una reducción en la producción, la inversión, el consumo, capital, trabajo e importaciones). Nótese que básicamente operaron los mecanismos antes descritos. Por ejemplo, el aumento en la tasa de interés real desincentiva el consumo y la inversión. Además, la apreciación nominal induce una caída en las exportaciones. En línea con la caída en la producción interna y las exportaciones, el producto interno bruto (PIB) se desploma en el momento del choque y luego revierte su senda de crecimiento de manera gradual. El lado opuesto de esta contracción es obviamente la reducción en la inflación la cual resulta tanto de la apreciación de la moneda (la cual conduce a una caída en el precio de los importados) como a la caída en los costos marginales.

Vale la pena resaltar que el modelo no reproduce la inercia en la inflación y la persistencia en las cantidades agregadas –producción, consumo e inversión– que se observan en los datos. Adviértase que el efecto máximo de la política monetaria es prácticamente instantáneo. Una de las posibles razones que se esgrime en la literatura para justificar este resultado es la ausencia de salarios rígidos. De acuerdo con Christiano *et al.* (2005) las rigideces salariales desempeñan un papel crucial en permitir que el modelo dé cuenta por los efectos de un choque a la política monetaria.<sup>6</sup> Esta característica es relevante dado que en el modelo las firmas fijan sus precios como un margen sobre los costos marginales, los cuales son una función creciente de la tasa de salarios y la renta del capital. De esta manera, ante la presencia de contratos salariales rígidos se podría mitigar la caída en los salarios (no documentada en las gráficas), y por ende, en los costos marginales y en los precios (curva de Phillips). A su vez, la inercia inflacionaria implica que la caída en el

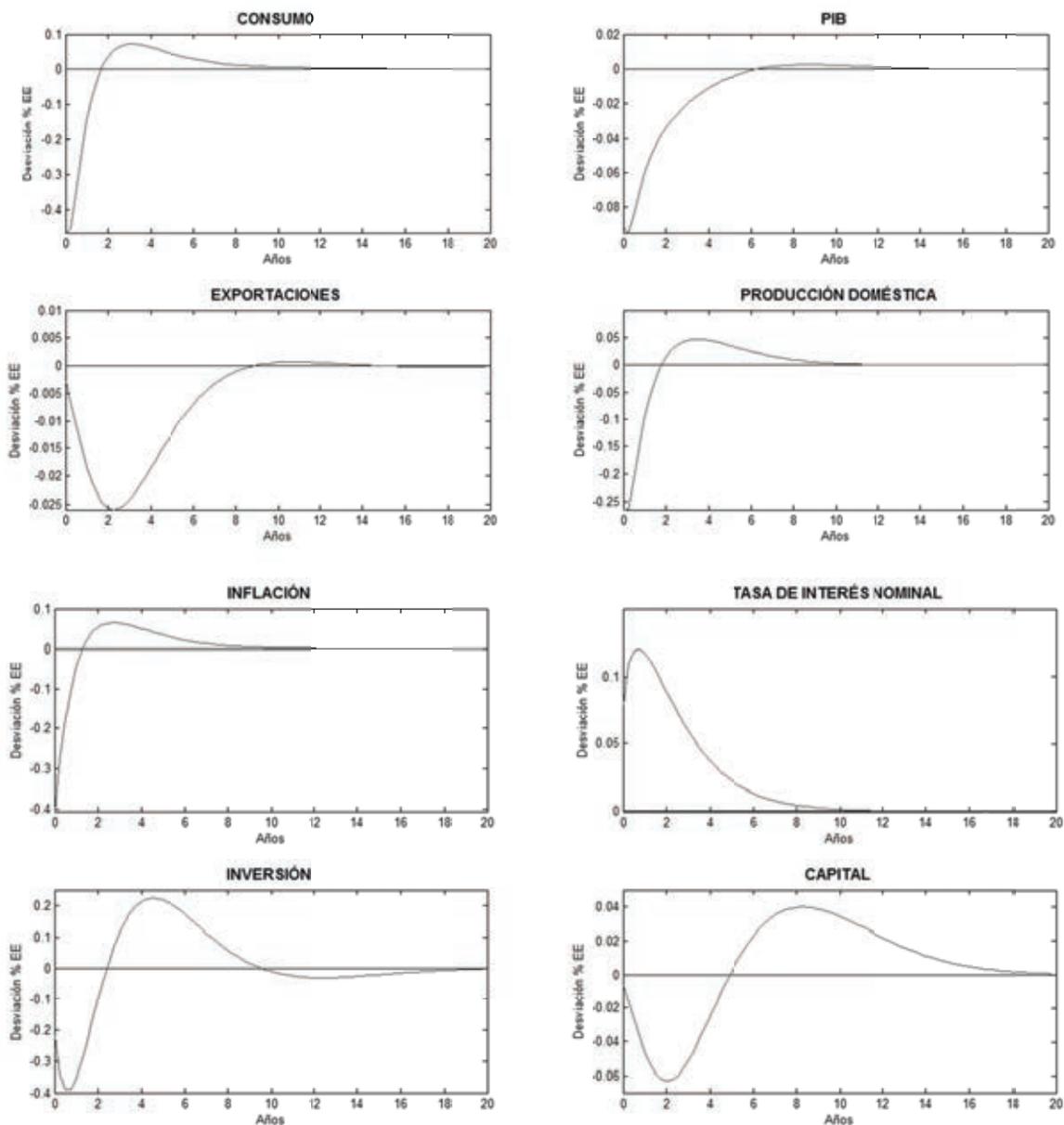
---

<sup>6</sup> La importancia de incluir rigideces nominales en los salarios también ha sido documentado para el caso de Colombia por Bonaldi *et al.* (2010). Estos autores estudian el conjunto de rigideces nominales y reales que deben incluirse en un modelo DGSE para replicar la dinámica de las variables agregadas de la economía colombiana. Sus conclusiones corroboran el resultado de Christiano *et al.* (2005) en el sentido que la sensibilidad ante un choque de política monetaria depende en mayor medida de las rigideces de salarios, del tipo de indexación de precios y salarios y de los costos de ajuste de la inversión.

gasto nominal que ocurre después de un choque monetario genera una caída persistente en la producción real.

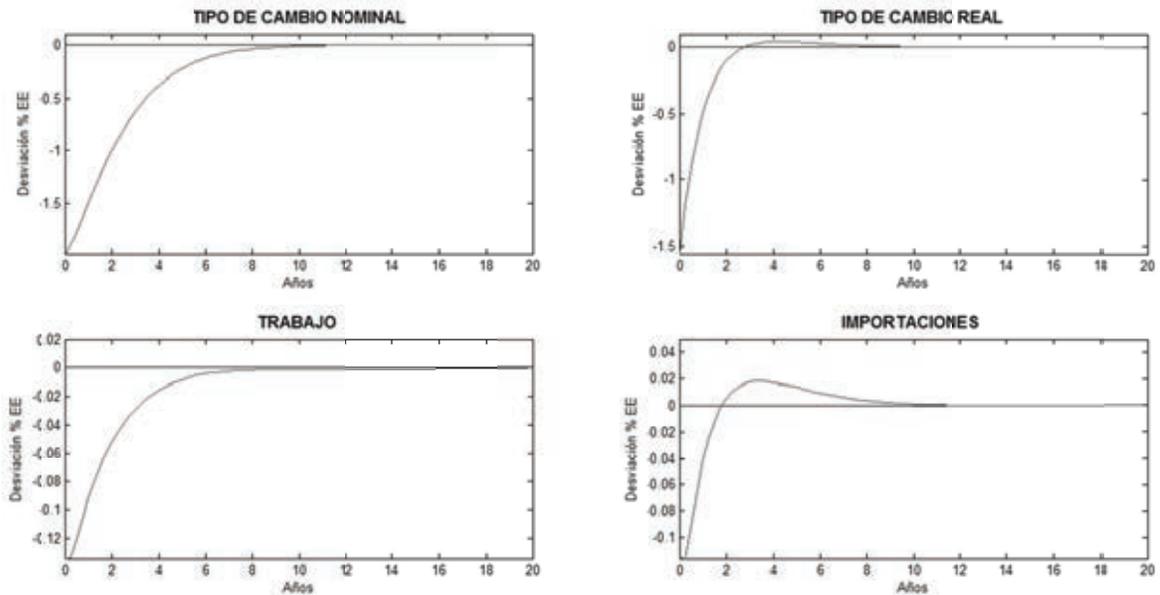
**Gráfica 7**

**Impulso-respuesta de un choque monetario**



Gráfica 7

**Impulso-respuesta de un choque monetario (continuación)**



**6.2.3 Choque a los términos de intercambio**

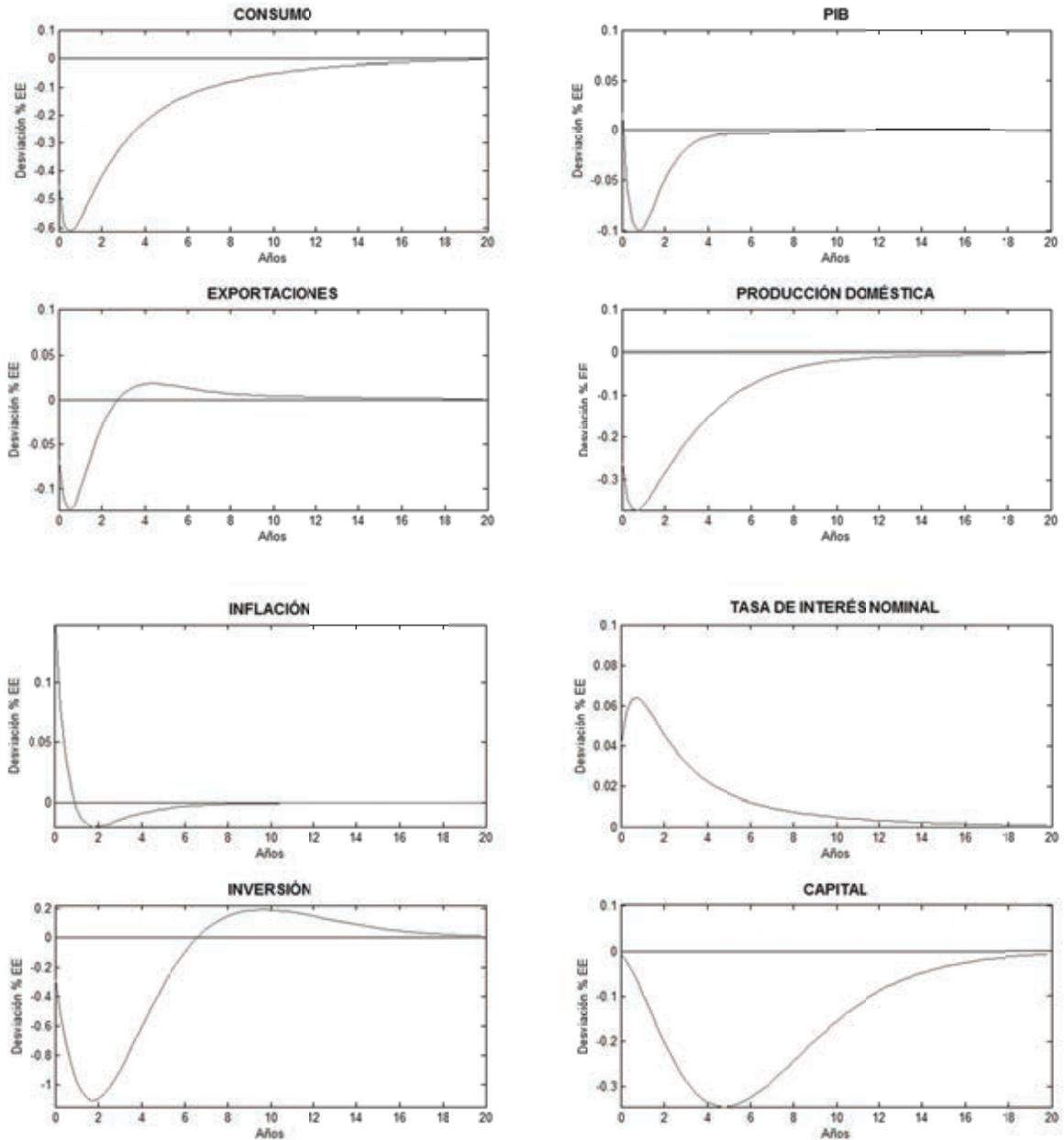
La gráfica 8 muestra la trayectoria en el tiempo de las variables del modelo en respuesta a un incremento temporal del 1% en los precios de los bienes importados con respecto a su nivel de estado estacionario. De esta manera, un incremento transitorio en el precio de los bienes importados ejerce un efecto negativo sobre las importaciones, las cuales decrecen en  $-0.3\%$ . Esto provoca una reasignación de factores en el proceso productivo, es decir, a la par que se contrae la demanda por importaciones se incrementa el trabajo demandado en más de  $0.4\%$ . De esta forma, el incremento en el precio de uno de los principales insumos en la cadena productiva –importaciones– conduce a que se eleven los costos de producción tanto en el sector no transable como transable, los cuales se contraen en  $-0.1\%$  y  $-0.3\%$ , respectivamente. Lo anterior conduce a una caída del PIB, y de la inversión, además de una fuerte caída en el consumo de  $-0.6\%$ . Finalmente, el aumento en los costos de producción de las firmas, de acuerdo con la curva de Phillips eleva la inflación. En este caso, la política monetaria actúa como si enfrentara un choque a la productividad negativo, lo cual conduce a un aumento en la tasa de interés nominal de acuerdo a la regla de Taylor que involucra objetivos de inflación y producto.

El anterior escenario que se vislumbra a partir de las predicciones del modelo permite contrastar las características observadas en la economía colombiana en la reciente crisis, donde los términos de intercambio cayeron  $16\%$  entre octubre de 2008 y enero de 2009, y la economía entró en una desaceleración de la actividad económica. Lo anterior puso de manifiesto la alta vulnerabilidad de la economía colombiana a los choques externos, a causa de la baja diversificación del sector exportador en lo referente a estructura productiva y a la alta dependencia de pocos socios comerciales, aunado a la alta demanda de bienes importados. A la luz de este modelo puede aducirse que un choque a los términos de intercambio, concretamente, el aumento en los precios de los bienes

importados desempeñan un papel preponderante en explicar las fluctuaciones tanto en la producción agregada como en las demás variables del modelo –consumo inversión–.

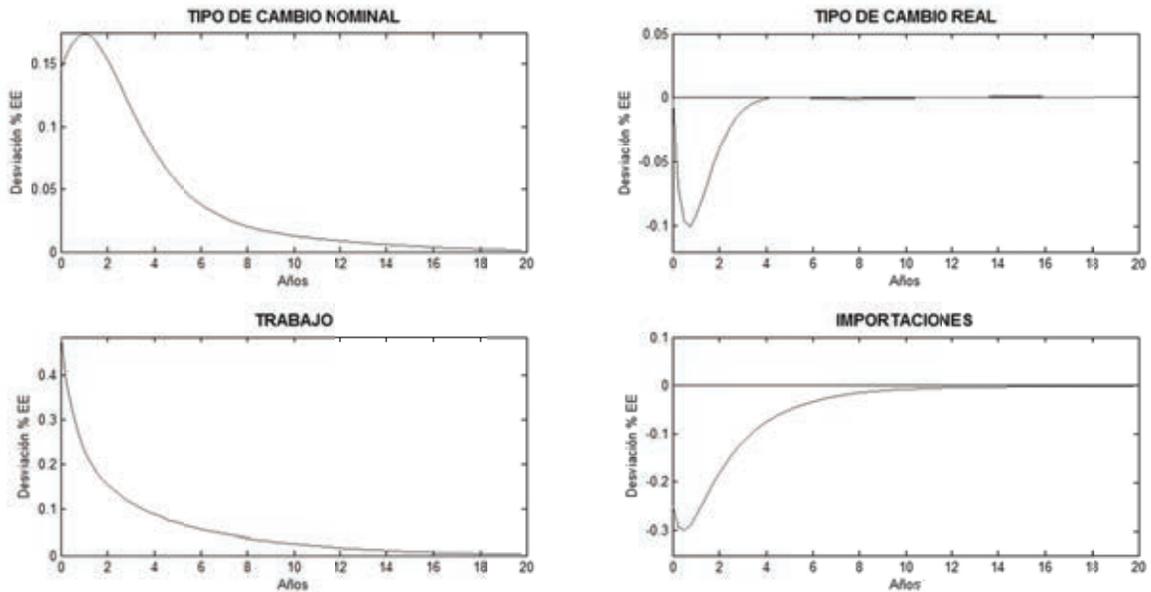
**Gráfica 8**

**Impulso-respuesta de un choque a los términos de intercambio**



## Gráfica 8

### Impulso-respuesta de un choque a los términos de intercambio (continuación)

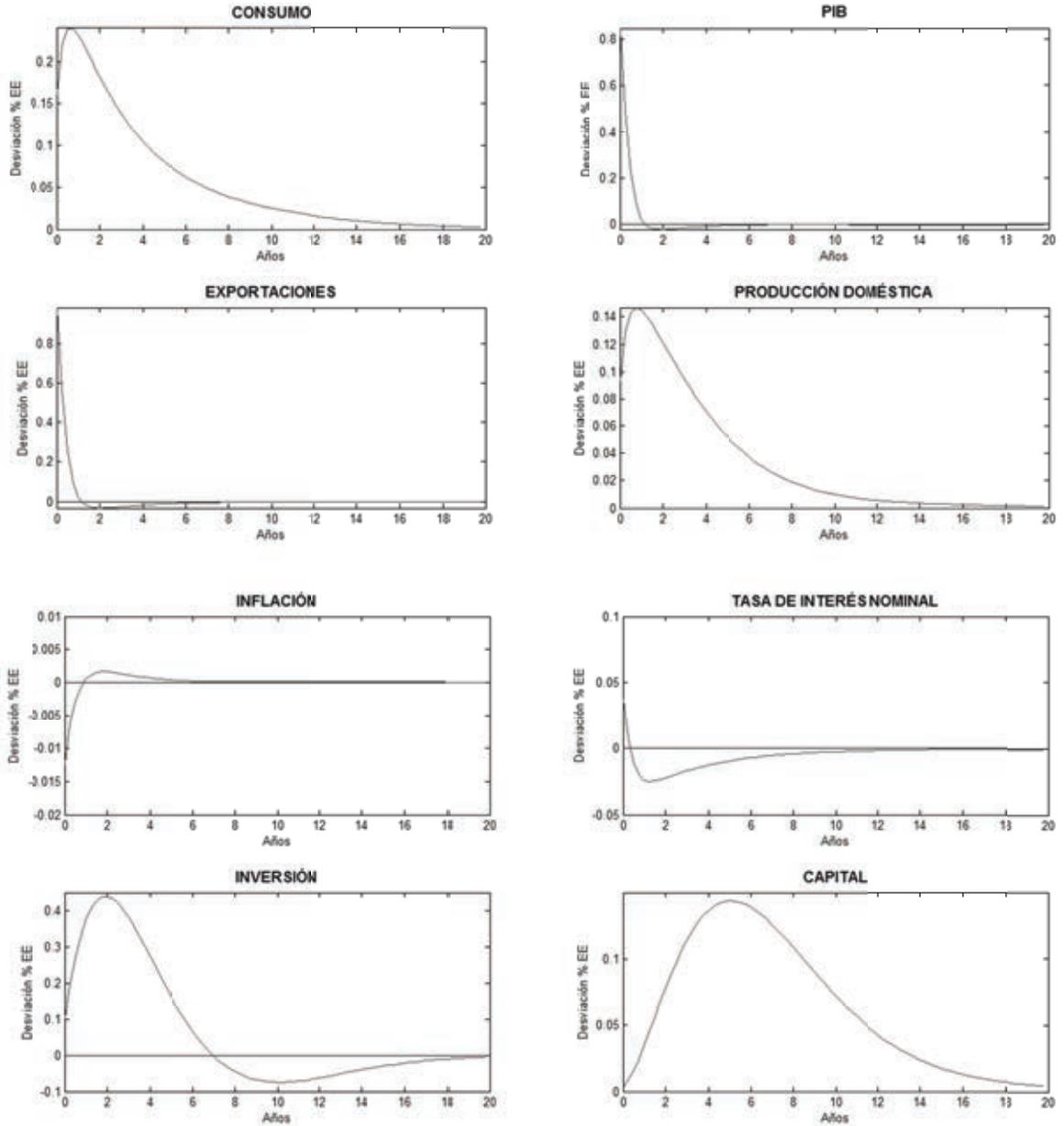


#### 6.2.4 Choque a la demanda de exportaciones

Frente a un choque transitorio de un 1% en la demanda de exportaciones de su nivel de estado estacionario, se tiene que en el momento del impacto las exportaciones incrementan en más de 0.8%. Esto se aprecia en la gráfica 9. Consistente con el auge en la demanda externa se incrementa la demanda por factores productivos –trabajo, capital e importaciones–. No obstante, los anteriores efectos se ven aminorados por la apreciación nominal que se genera a raíz del incremento en la demanda externa. Lo anterior puede observarse a partir de la ecuación que describe la demanda del sector externo (28). Esto a su vez, provoca que las importaciones se abaraten en relación con el trabajo lo cual conduce a la sustitución de este factor por importaciones en ambos sectores. De la misma forma, se genera una reasignación de recursos productivos del sector transable al interno. Nótese que este choque dinamiza la demanda interna, lo cual se traduce en un aumento de la inversión superior al 0.1%, de la producción interna de 0.14%, consumo de 0.2%, y del PIB en 0.8%. Adicionalmente, se observa que la tasa de interés nominal se incrementa de acuerdo con la regla de Taylor que postula que la autoridad monetaria persigue objetivos de inflación y producto.

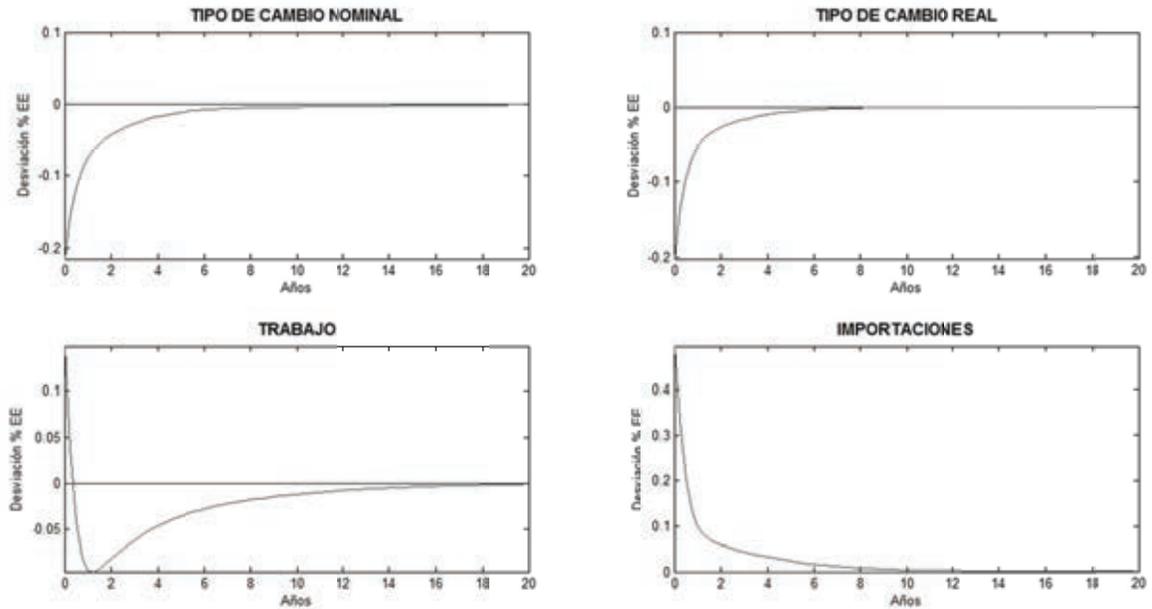
## Gráfica 9

### Impulso-respuesta de un choque a la demanda de exportaciones



## Gráfica 9

### Impulso-respuesta de un choque a la demanda de exportaciones (continuación)



### 6.3 Respuesta de la política monetaria a los choques externos

En esta sección se evalúa la respuesta de la política monetaria cuando la economía enfrente dos clases de choques externos. El primero de demanda, el cual consiste en la caída en la demanda de exportaciones, y el segundo de oferta mediante un incremento en el precio de los bienes importados. Para tal fin, se contrastan los resultados del modelo calibrado para la economía colombiana con dos especificaciones alternativas de regla de Taylor. En el primero (modelo 1), la autoridad monetaria está interesada en velar por la estabilidad de precios; por tanto, solo persigue objetivos de inflación. En el segundo (modelo 2), con el cual se ha estado trabajando hasta el momento, el banco central incorpora en su función de reacción objetivos de inflación y de producto. Básicamente, se estima el modelo considerando las siguientes reglas alternativas en forma log-lineal:<sup>7</sup>

Especificación modelo 1

$$i_t = \rho_i i_{t-1} + (1 - \rho_i) [\psi_\pi (\pi_t - \bar{\pi}) + \psi_e e_t] + \epsilon_t^M$$

Especificación modelo 2

$$i_t = \rho_i i_{t-1} + (1 - \rho_i) \left[ \psi_\pi (\pi_t - \bar{\pi}) + \psi_y \left( \frac{y_t}{y_{t-1}} \right) + \psi_e e_t \right] + \epsilon_t^M$$

#### 6.3.1 Choque al precio de los bienes importados

A continuación se presenta un análisis comparativo de las funciones de impulso-respuesta entre el modelo 1 y el modelo 2. Concretamente, se muestra la respuesta de las variables tasa de interés nominal, inflación, tipo de cambio nominal, consumo, PIB, exportaciones e

<sup>7</sup> En este trabajo se adiciona a la regla de Taylor el tipo de cambio nominal, no solo por razones técnicas sino, por ser un precio clave para la economía colombiana.

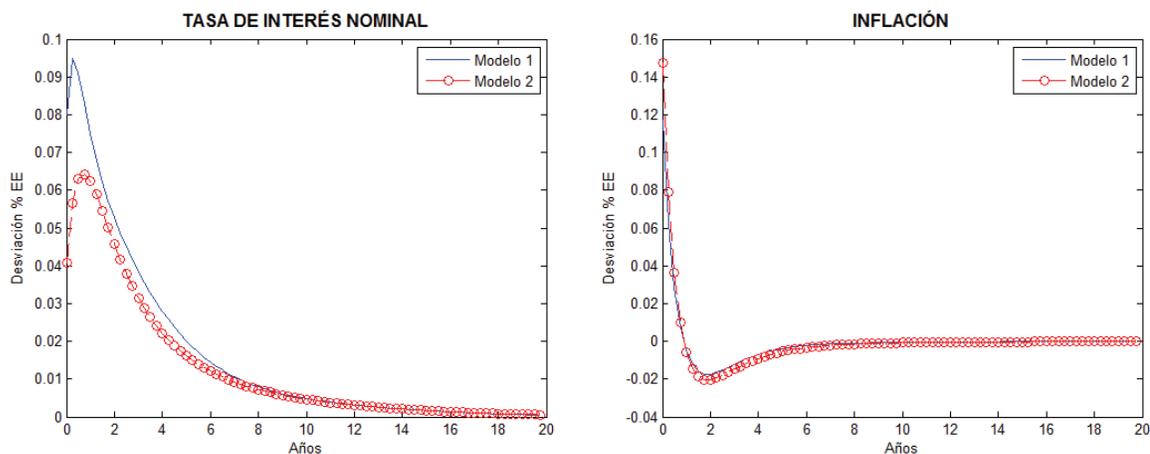
importaciones ante las dos reglas de política estimadas cuando la economía enfrenta un choque de oferta adverso. Como se puede observar en la gráfica 10, las funciones en los dos modelos estipulados se encuentran muy cercanas entre sí. No obstante, se observan ligeras modificaciones en cuanto a la dimensión de la respuesta de la política monetaria.

De esta manera, cuando el objetivo principal del banco central es el control de la inflación, la política monetaria se torna más contractiva. Es decir, el incremento en la tasa de interés registra un mayor aumento (0.09%) en comparación con el modelo 2, donde la tasa de interés aumenta en el momento del choque 0.04 y continua una senda creciente alcanzando un nivel máximo de 0.065%, inferior al de la regla alternativa. De acuerdo con las reglas de Taylor postuladas la reacción de la tasa de interés en el modelo 1 obedece al incremento en la inflación en el momento del choque de 0.12%. En relación con el modelo 2, se observa que prevalece el aumento de la inflación (0.15%) sobre la caída en el producto (-0.1%), en consecuencia, por la regla de política la tasa de interés se incrementa para contrarrestar las presiones inflacionarias. Adicionalmente, de acuerdo con la paridad de tasas de interés se produce una mayor reacción del tipo de cambio nominal en el modelo 1 que en el 2.

Ahora bien, en el modelo 1 se observa que las variables reales en el momento del choque se contraen en una mayor magnitud en comparación con el modelo donde la autoridad monetaria persigue objetivos de producto. En efecto, las importaciones decrecen en -0.25% en comparación con el -0.34% del modelo 2; un comportamiento similar es registrado por las exportaciones y por el consumo. En lo que respecta al PIB puede apreciarse que su contracción inicial es mucho menor y menos persistente en el modelo base (-0.1%) en comparación con el modelo 1 (-0.16). Por tanto, a la luz de este modelo, un banco central que contemple en su función de reacción tanto objetivos inflacionarios como de estabilización de producto es más efectivo en aminorar los efectos desfavorables sobre la producción de un choque a los términos de intercambio en el corto plazo, que aquel que se dedique exclusivamente a mantener el poder adquisitivo de la moneda.

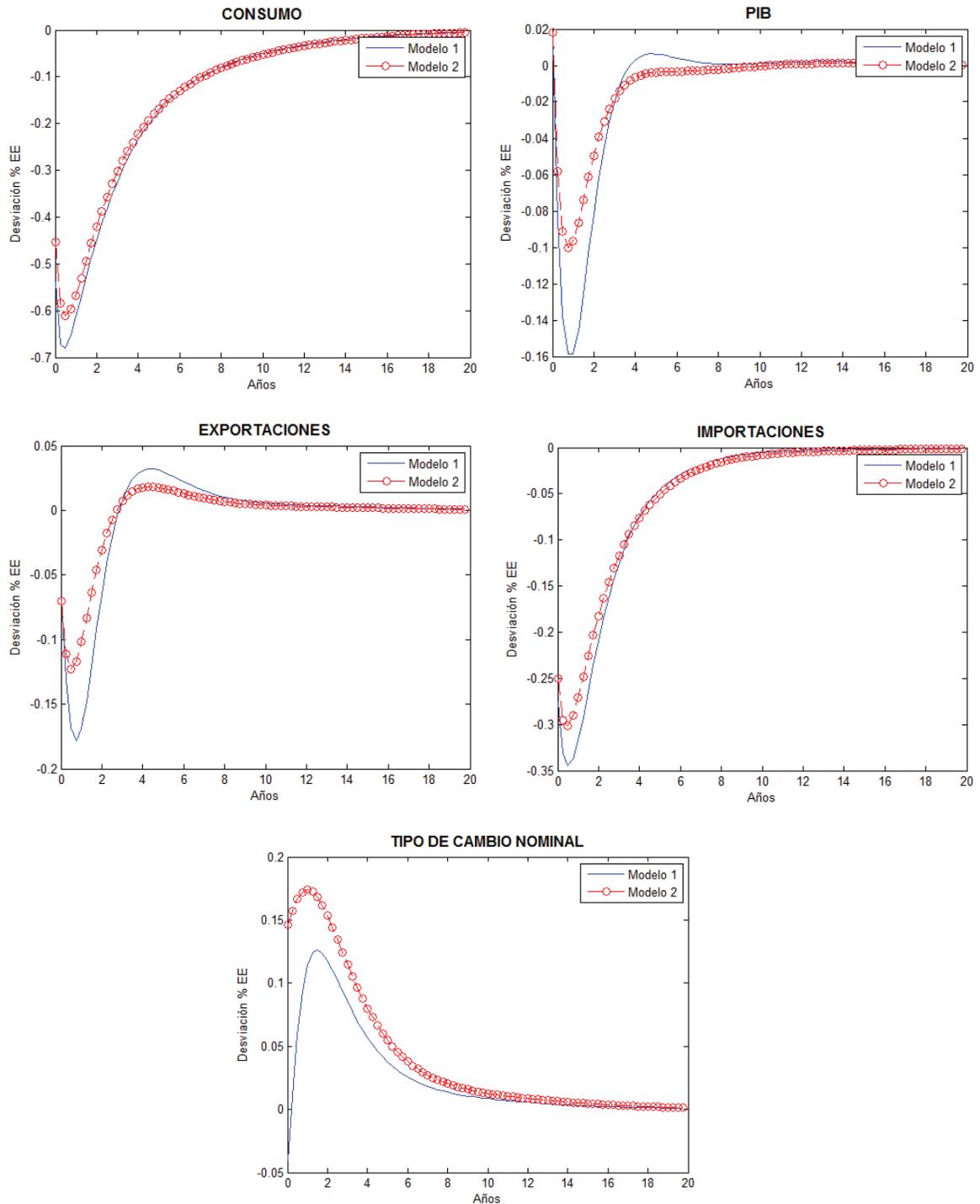
**Gráfica 10**

**Choque al precio de los bienes importados**



Gráfica 10

Choque al precio de los bienes importados (continuación)



6.3.2 Choque a la demanda de exportaciones

Al igual que en el caso de un choque al precio de los bienes importados, en este acápite se está interesado en dilucidar el papel de la política monetaria en respuesta a un choque de

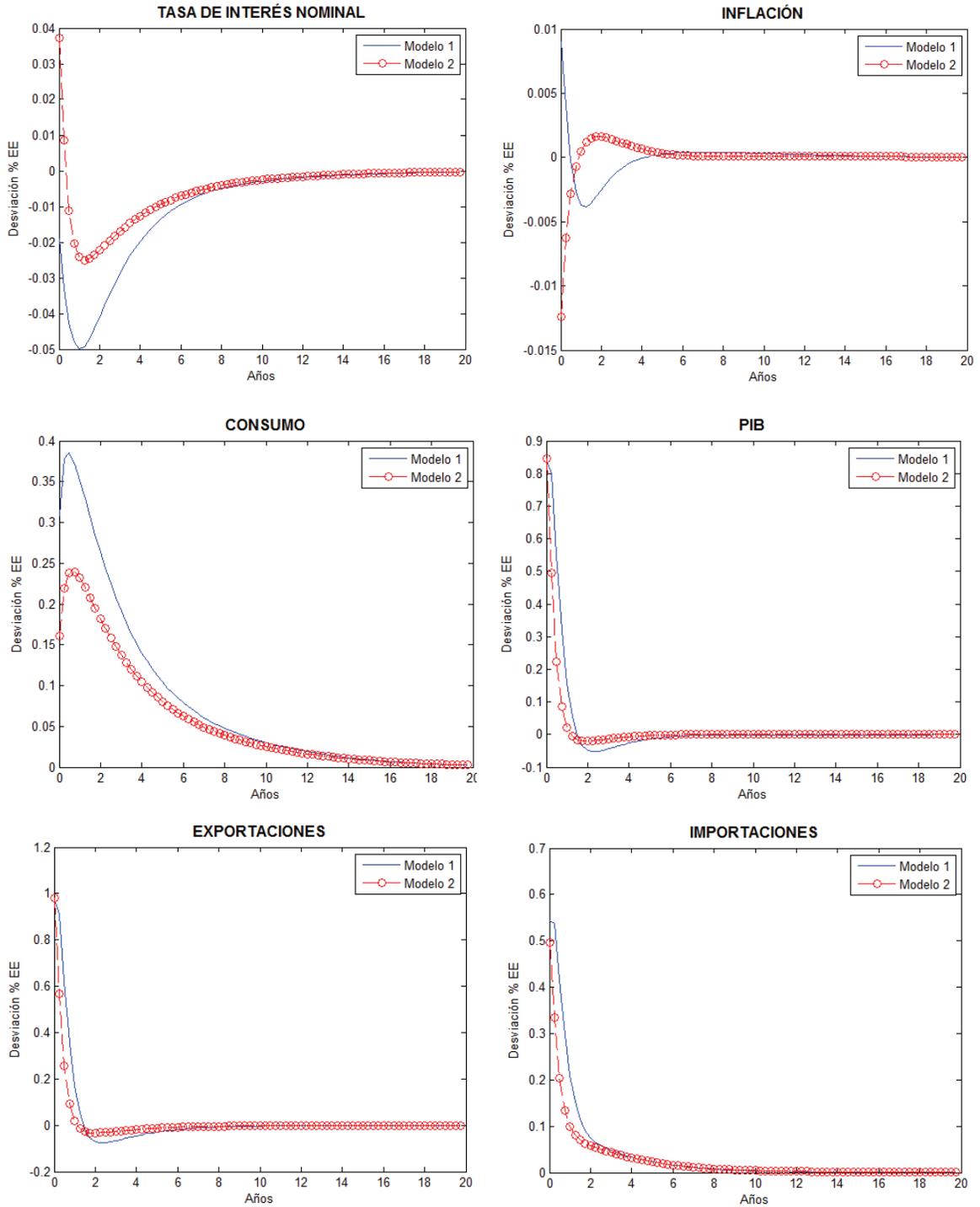
la demanda externa que conlleva la caída en el volumen de las exportaciones. Nótese que en ambos modelos el aumento en un 1% de la demanda externa con respecto a su nivel de estado estacionario genera una respuesta casi proporcional en las exportaciones, aunque con poca persistencia (ver gráfica 11). Un comportamiento similar es registrado por el producto. Asimismo, el consumo crece a raíz del choque en ambas especificaciones siendo mayor en el modelo 1 con un crecimiento de 0.38% en comparación con un 0.24%. En este punto, se observa que la trayectoria de la tasa de interés difiere para las especificaciones de regla de tasa de interés contempladas. Esto es, mientras que en el modelo base la tasa de interés se incrementa para contener las presiones generadas por la expansión de la demanda –aumento del consumo, exportaciones y PIB –, en el modelo 1 la tasa de interés cae en el momento del impacto debido a la apreciación del tipo de cambio. A causa de lo anterior, la inflación también se mueve en sentido opuesto; sin embargo, esta variable tiene una reacción ínfima en ambos modelos.

De esta manera, un modelo que incorpore una regla de política monetaria que involucre objetivos de control de inflación y estabilización del producto resulta más coherente para direccionar el comportamiento de la autoridad monetaria en presencia de choques externos, concretamente, una caída en el volumen de exportaciones, que aquel que solo incorpore a la inflación en su regla de política. En efecto, de acuerdo al modelo 2 una caída en el volumen de exportaciones conduce a una caída del producto, y a una subsecuente reacción de la autoridad monetaria disminuyendo la tasa de interés. La anterior prescripción coincide con la política monetaria expansiva (disminución en la tasa de interés) implementada por el banco central durante la reciente crisis financiera donde se observó un deterioro de la actividad económica caracterizada por un descenso en las exportaciones y un decrecimiento del producto.

En síntesis, a la luz del modelo desarrollado en la presente investigación se puede observar que cuando la economía es golpeada por choques externos –caída en las exportaciones y desmejoramiento en los términos de intercambio– la autoridad monetaria enfrenta un *trade off* en la conducción de política. Por una parte, responder a una caída en los términos de intercambio implica aumentar la tasa de interés. Por otro lado, mitigar las consecuencias de un choque a las exportaciones implica aumentar la tasa de interés. Pero ¿qué se observó en la crisis en lo referente a la conducción de política? De acuerdo con los informes del Banco de la República de Colombia la política monetaria que se llevó a cabo durante la crisis se enmarcó dentro de la estrategia de inflación objetivo, la cual propende por mantener la actividad económica alrededor de su senda sostenible de largo plazo. Esto implica ajustar las tasas de interés y demás instrumentos monetarios de forma anticíclica, para evitar oscilaciones muy fuertes del producto y asegurar una inflación baja y estable. Por tanto, desde la perspectiva del modelo se puede inferir que la política monetaria respondió a la caída del PIB ante choques en las exportaciones y no frente a choques en los términos de intercambio.

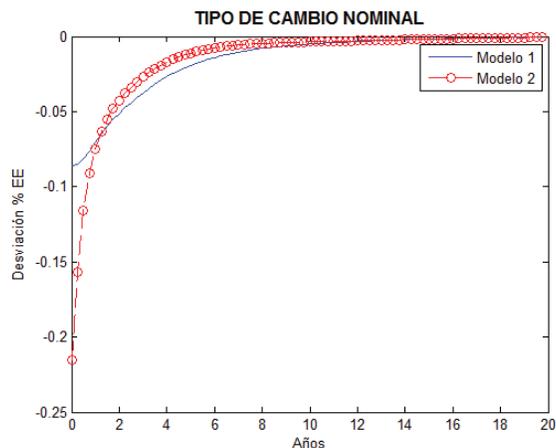
# Gráfica 11

## Choque a la demanda de exportaciones



Gráfica 11

Choque a la demanda de exportaciones (Continuación)



## 7 CONCLUSIONES

En esta investigación se estimó un modelo de equilibrio general dinámico de una economía pequeña y abierta para el caso de Colombia. El marco de análisis fue un modelo de dos sectores –no transable y transable–, con las importaciones modeladas únicamente como insumos de producción, y la presencia de rigideces nominales y reales. La primera característica permitió analizar la reasignación de recursos productivos entre sectores y la sustitución de factores, debido a movimientos en los términos de intercambio y en la tasa de cambio nominal. La segunda, posibilitó un acercamiento al estudio del papel de la política monetaria en presencia de choques externos –caída en los términos de intercambio y el volumen de exportaciones–.

La comparación de las implicaciones del modelo con los datos para la economía colombiana indica que el modelo, lejos de ser perfecto, se desempeña bastante bien en algunas dimensiones. En particular, replica razonablemente bien los principales momentos estadísticos del ciclo. Posee propiedades dinámicas sensibles, como las exhibidas por las funciones de impulso respuesta, las cuales ofrecen una forma plausible de explicar el comportamiento dinámico de la economía en respuesta a distintos choques –productividad, demanda externa, a la tasa de interés nominal y a los términos de intercambio– y la consecuente reacción de la política monetaria.

Los hallazgos sugieren que cambios en los precios de los bienes importados afectan directamente la dinámica tanto del sector exportador como del interno puesto que ambos sectores utilizan insumos importados en su proceso productivo. Por tanto, mediante aumentos en los costos de los insumos de producción puede explicarse la caída en el producto. De esta manera, los términos de intercambio ejercen un papel protagónico en explicar las fluctuaciones de la economía. Asimismo, una caída en el volumen de exportaciones podría dar cuenta por una contracción del producto.

Desde la perspectiva del modelo presentado en esta investigación se observa que el banco central enfrenta un dilema para la conducción de la política monetaria cuando la economía es golpeada por choques externos simultáneos y de naturaleza diferente.

Concretamente, ante choques desfavorables en las exportaciones y en los términos de intercambio de igual magnitud, la autoridad monetaria responde moviendo la tasa de interés en direcciones contrarias, disminuyéndola en el primer caso y aumentándola en el caso contrario. De esta manera, la implementación de una política monetaria anticíclica en Colombia durante la reciente crisis puede interpretarse a partir del modelo como un escenario donde la autoridad monetaria puso un mayor peso a los efectos adversos de las exportaciones sobre el producto que en los términos de intercambio sobre el PIB.

Finalmente, el modelo estimado en esta investigación puede ser extendido y mejorado en varias direcciones, por ejemplo, la introducción de rigideces salariales para caracterizar de forma más precisa los mecanismos de transmisión de un choque monetario. Además, podría explorarse las propiedades de la política monetaria óptima y sus consecuentes implicaciones sobre el bienestar. Y por último, con la misma modelación podría hacerse un análisis conjunto sobre política fiscal y monetaria.

## REFERENCIAS

- Arango, J. P., O. García-Fajardo, G. Hernández-Díaz y J. M. Ramírez (1998), “Reformas comerciales, márgenes de beneficio y productividad en la industria colombiana”, Archivos de Macroeconomía, Departamento Nacional de Planeación, Unidad de Análisis Macroeconómico, Documento, núm. 082.
- Baksa, D., S. Benk y Z. M. Jakab (2010), “Does ‘The’ Fiscal Multiplier Exist?: Fiscal and Monetary Reactions, Credibility and Fiscal Multipliers in Hungary”, Oficina Fiscal de la República de Hungría, Working Paper, núm. 3.
- Banco de la República (2008), *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República*, Bogotá, D. C., Colombia, julio.
- Banco de la República (2009), *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República*, Bogotá, D. C., Colombia, julio.
- Blanchard, O., M. Das y H. Faruquee (2010), “The Initial Impact of the Crisis on Emerging Market Countries”, mayo, mimeo.
- Bonaldi, P., A. González y D. Rodríguez (2010), “Importancia de las rigideces nominales y reales en Colombia: Un enfoque de equilibrio general dinámico y estocástico”, *Borradores de Economía*, núm. 591.
- Bonaldi, P., A. González, J. D. Prada, D. A. Rodríguez y L. E. Rojas (2009), “Método numérico para la calibración de un modelo DGSE”, Departamento de Modelos Macroeconómicos, Banco de la República.
- Broda, C. (2004), “Terms of Trade and Exchange Rate Regimes in Developing Countries”, *Journal of International Economics*, 63(1), pp. 31-58.
- Calvo, G. A. (1983), “Staggered Prices in a Utility-maximizing Framework”, *Journal of Monetary Economics*, 12(3), pp. 383-398.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum y C. L. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamics Effects of a Shock to Monetary Policy”, *Journal of Political Economy*, 113(1), pp. 1-45.
- Cuche-Curti, Nicolas, Harris Dellas y Jean-Marc Natal (2009), “DSGE-CH: A dynamic stochastic general equilibrium model for Switzerland”, Swiss National Bank Economic Studies, núm. 5.

- Fernández, A. (2009), "Tropical Real Business Cycles? A Bayesian Exploration", *Ensayos sobre Política Económica*, 28(61), pp. 60-105.
- Galí, J. (1999), "Technology, Employment, and the Business Cycle: do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?", *American Economic Review*, 89(1), pp. 249-271.
- González, A., L. Mahadeva, J. D. Prada y D. Rodríguez (2011), "Policy Analysis Tool Applied to Colombian Needs: PATACON Model Description", *Borradores de Economía*, núm. 656, mayo.
- Hamann, F., J. Pérez y D. Rodríguez (2006), "Bringing a DSGE Model into Policy Environment in Colombia", Banco de la República, septiembre.
- Justiniano, A., y B. Preston (2004), "Small Open Economy DGSE Models: Specification, Estimation and Model Fit", manuscrito, Colombia University y Board of Governors of the Federal Reserve.
- Kose, M. A. (2002), "Explaining Business Cycles in Small Open Economies: "How Much Do World Prices Matter"?", *Journal of International Economics*, 56(2), pp. 299-328.
- López, M. R., J. D. Prada y N. N. Rodríguez (2008), "Financial Accelerator Mechanism in a Small Open Economy", Macro-Modelling Department, Banco de la República, *Borradores de Economía*, núm. 525, agosto.
- Lucas, R. (1976), "Econometric Policy Evaluation: A Critique", *Carnegie-Rochester Conferences on Public Policy*, vol. 1, enero, pp. 19-46.
- Mahadeva, L., y J. Gómez (2009), "The International Cycle and Colombian Monetary Policy", *Borradores de Economía*, núm. 557.
- McCallum, B. T., y E. Nelson (2001), "Monetary Policy for an Open Economy: an Alternative Framework with Optimizing Agents and Sticky Prices", CEPR, Discussion Papers, núm. 2756.
- Mendoza, E. (1995), "The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations", *International Economic Review*, 36(1), pp. 101-137.
- Parra, J. C. (2008), "Hechos estilizados de la economía colombiana: fundamentos empíricos para la construcción y evaluación de un modelo DSGE", *Borradores de Economía*, núm. 509.
- Prada Sarmiento, J. D. (2008), "Financial Intermediation and Monetary Policy in a Small Open Economy", Departamento de Modelos Macroeconómicos, Banco de la República, *Borradores de Economía*, núm. 531, septiembre.
- Raddatz, C. (2007), "Are External Shocks Responsible for the Instability of Output in Low-income Countries?", *Journal of Development Economics*, 84(1), pp. 155-187.
- Schmitt-Grohe, S., y M. Uribe (2003), "Closing Small Open Economy Models", *Journal of International Economics*, Elsevier, vol. 61(1), octubre, pp. 163-185.
- Smets, F., y R. Wouters (2003), "An Stimated Dynamic Sthocastic General Equilibrium Model of the Euro Area", *Journal of the European Economic Association*, 1(5), pp. 1123-1175.
- Tovar, C. E. (2006), "An Analysis of Devaluations and Output Dynamics in Latin America Using an Estimated DSGE Model", Bank for International Settlements.

**CENTRO DE ESTUDIOS MONETARIOS LATINOAMERICANOS**  
Asociación Regional de Bancos Centrales

[www.cemla.org](http://www.cemla.org)

