

Choques exógenos y política fiscal en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE): una aplicación para una economía emergente*

Recibido: Noviembre, 2012 – Aceptado: Febrero, 2013

Jesús Botero[†]

Departamento de Economía, Universidad EAFIT.

Humberto Franco[‡]

Departamento de Economía, Universidad EAFIT.

Álvaro Hurtado[§]

Departamento de Economía, Universidad EAFIT.

Manuel Mesa[¶]

Resumen

En este artículo se utiliza un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE) para evaluar el impacto de choques de oferta (productividad) y demanda (comercio externo) sobre el desempeño económico. En particular, este trabajo analiza el impacto de las políticas fiscales, específicamente el efecto del gasto público en determinados entornos económicos, como el colombiano. Los ejercicios realizados muestran que en un modelo de economía abierta, una política expansiva de gasto público incrementa en el corto plazo el empleo y el producto, pero se incurre

*Este artículo hace parte del proyecto “Evaluando la política fiscal y la política monetaria mediante un modelo de equilibrio general dinámico estocástico. Una aplicación para Colombia” apoyado por la Universidad EAFIT. Los posibles errores y omisiones son responsabilidad única y exclusiva de los autores.

[†]Profesor e investigador del Departamento de Economía, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Director del grupo de investigación de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE) de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: jabotero@eafit.edu.co

[‡]Profesor e investigador del Departamento de Economía, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Integrante del grupo de investigación de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE) de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: hfranco@eafit.edu.co

[§]Profesor e investigador del Departamento de Economía, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Integrante del grupo de investigación de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE) de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: ahurtad1@eafit.edu.co

[¶]Integrante del grupo de investigación de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE) de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: mmesaari@eafit.edu.co

en un costo futuro, que parece sugerir un impacto superior al beneficio alcanzado en el corto plazo.

Clasificación JEL: E62, D58.

Palabras clave: Gasto público, choques exógenos, DSGE

Exogenous shocks and fiscal policy in a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model: the case of an emergent economy

Abstract

A Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model is used to evaluate the effect of supply (productivity) and demand (foreign trade) shocks on the economy. In addition, the policy impact of public spending under a given economic environment is analyzed. Our results show that, for an open economy (as Colombia), an expansionary policy of public spending increases employment and production in the short run, but carries an future cost, which appears to be greater than the short term benefit.

JEL Classification: E62, D58.

Keywords: Public expenditure, exogenous shocks, DSGE.

1 Introducción

Se ha debatido recientemente acerca de la importancia del gasto público en la política contracíclica, especialmente a partir de la crisis de 2008-2009, que obligó a los gobiernos centrales de los países desarrollados a implementar políticas fiscales expansivas para buscar la reactivación de la economía. Para algunos, como Krugman (2011), era posible y necesario expandir aún más el gasto público para sacar a la economía del estado de "exceso de ahorro deseado sobre inversión deseada", en tanto que para otros, las presiones sobre la sostenibilidad de la deuda ya generadas, hacían inviable cualquier gasto adicional y obligaban a volver la atención al nivel de endeudamiento de los gobiernos, puesto que lo que empezaba a estar en juego a partir de cierto punto no era sólo el bienestar presente, sino la viabilidad futura de las economías endeudadas.

Probablemente a ambas concepciones las asista la razón: las políticas expansivas cumplen un papel importante cuando la economía ha experimentado choques negativos que la alejan de su producto potencial, pero las restricciones de endeudamiento público imponen límites estrictos al uso de ellas. El asunto no es desconocer uno u otro efecto, sino, más bien, evaluar adecuadamente el balance cuantitativo de ambos, en las condiciones económicas específicas de un país determinado. Algunos aspectos esenciales de esa evaluación son obvios: la restricción de endeudamiento será más importante, cuanto mayor sea el nivel inicial del que se parta; el impacto de la política expansiva será mayor, cuanto mayores sean las inflexibilidades de la economía en cuestión y seguramente se atenuará con el grado de apertura de la economía, porque algunos de los efectos positivos se filtrarán al exterior a través de los mercados externos. Pero en definitiva, serán las condiciones específicas de la economía considerada las que determinarán el margen de maniobra que las autoridades económicas tengan, en lo relativo a las políticas expansivas. La polémica remite a la modelación, más que a la discusión teórica abstracta, que aporta sin duda los elementos conceptuales, pero no puede dar respuesta a la pregunta específica relativa al margen efectivo de maniobra que una economía determinada tenga.

Pero ese margen es difícil de precisar, a menos que se disponga de modelos que permitan evaluar la trayectoria del endeudamiento y que hagan explícito el impacto del gasto, del nivel de actividad económica y de las decisiones que toman, en respuesta a las posibles acciones futuras que se emprendan sobre dicha trayectoria. Se debe evaluar no sólo la viabilidad misma de las políticas expansivas, sino también su costo en términos de los esfuerzos futuros que deban hacerse para retornar al balance fiscal original. Un incremento del déficit fiscal debido a un aumento del gasto público, en una economía en la que operan restricciones intertemporales, obliga a tener dos opciones posibles en materia fiscal o acudir a la política monetaria a través del señoreaje o el impuesto

inflacionario. En relación con las opciones fiscales, en la primera, en términos fiscales, la economía debe crecer por encima de la tasa de interés a la cual debe honrar su deuda y en la segunda, se deben incrementar rentas futuras a través de impuestos, que permitan cubrir los déficits acumulados (Argandoña et al., 1996).¹ Los resultados de las dos opciones fiscales son diferentes; sin embargo, en un modelo neoclásico con agentes de vida infinita, la segunda opción es la que se considera.²

El presente artículo aborda el tema a partir de la consideración de una economía emergente específica, la economía colombiana, que logró un manejo relativamente exitoso de los impactos de la crisis del 2008, aprovechando su bajo nivel de endeudamiento y aplicando una política fiscal moderadamente expansiva. Las economías emergentes son relevantes en la discusión, porque muchas de ellas ya habían ajustado sus niveles de endeudamiento como consecuencia de la crisis de finales de la década de los noventa, logrando por ello una mayor resiliencia que les ha permitido enfrentar con relativo éxito la crisis reciente.

El trabajo se encuentra dividido en seis secciones incluyendo esta introducción. En la segunda sección, se presenta una caracterización de la discusión macroeconómica acerca de la eficiencia de la política fiscal. En la tercera, se presenta los elementos constituyentes del Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE) aplicado a una economía en desarrollo como la colombiana. En la cuarta se presenta la calibración utilizada en el modelo. En la quinta, se presentan las simulaciones realizadas. Por último, se presentan las conclusiones.

2 El debate de la política fiscal

Los términos básicos del debate sobre gasto público y sostenibilidad fiscal tienen que ver con la discusión general acerca de la eficiencia de la política fiscal y sus efectos en el crecimiento económico de los países, vía la demanda agregada. Como lo anota Bernheim (1989), los efectos del gasto público financiado con déficit, en el paradigma neoclásico, son altamente perjudiciales, puesto que los agentes –que tienen visión de futuro, forman sus expectativas racionalmente y planean sus decisiones de consumo a lo largo de su ciclo vital– terminan por contraer su acumulación de capital a cambio del mayor

¹El sector financiero no será objeto de análisis en este trabajo. Este hecho obedece a que detrás de cada transacción monetaria se encuentra una transacción real de igual magnitud en sentido opuesto. Pero el hecho esencial se encuentra en que el objeto del trabajo es establecido a través de los efectos de la política fiscal y no se considera la emisión monetaria como alternativa de financiamiento de los déficits generados, por ende no se consideró necesario incluir las fricciones propias del mercado financiero. Éste elemento delimita los alcances del modelo propuesto planteando la necesidad de incluir en futuras discusiones hojas de balance de los diferentes agentes.

²Elemento que es posible a través de las condiciones de transversalidad propuestas en este tipo de modelos.

consumo que realicen. Por otro lado, y en contraposición a esta postura, los neo-keynesianos sostienen que se dan fallos en el mercado o en los mecanismos de coordinación, que hacen necesaria la política fiscal para conseguir la estabilización. Por su parte, para los neo-ricardianos, el gasto público financiado con déficit es irrelevante, dado que consideran que las relaciones entre generaciones se encuentran expresadas a través de transferencias altruistas y los gastos presentes no afectan los recursos totales intergeneracionales de que se dispone. Ello extiende las conclusiones neoclásicas al corto plazo keynesiano (Argandoña et al., 1996).

En el caso de los modelos neoclásicos se aprecian planteamientos en los que se afirma que la deuda del gobierno no es riqueza de los agentes (Barro, 1989) y, por ende, se debe tener clara la existencia de la responsabilidad fiscal o de la restricción presupuestaria intertemporal del Gobierno (Esteve y García, 1993), que muestra que los gastos del Gobierno deben ser cubiertos a través de superávits primarios o señoreaje en periodos posteriores. También en algunos modelos neoclásicos (Aschauer, 1989; Barro, 1989), el gasto del Gobierno es sustitutivo de una proporción de los bienes producidos por el sector privado, generando efecto expulsión, por el lado de la oferta, a diferencia del análisis keynesiano.

Recientemente, el debate se ha enfocado en los multiplicadores del gasto; el acercamiento empírico de Espinoza y Senhadji (2011) permite concluir que los efectos de la política fiscal dependen estrictamente del tamaño de los multiplicadores fiscales. Al realizar las diferentes estimaciones, encuentran que es más importante el gasto del Gobierno cuando los ingresos fiscales son pequeños. Por otro lado, los multiplicadores de largo plazo pueden variar entre 0.3 y 0.7 para los gastos corrientes y entre 0.6 y 1.1 para el gasto de capital. Este hecho arroja un resultado altamente significativo en el sentido de que los multiplicadores fiscales son relativamente débiles para el gasto corriente pero son mucho más significativos para el gasto de capital.

En su análisis sobre los efectos de los estímulos fiscales en modelos estructurales, Coenen et al. (2012) sostienen que una política fiscal es más efectiva cuando es moderada y persistente, además de poder ser complementada con una política monetaria estable. Muchas veces se ha observado que mayores grados de déficit significan a su vez menores multiplicadores. En este contexto, sería posible deducir que generar un estímulo fiscal podría llevar a efectos perversos de largo plazo, en caso de que fuese necesario un aumento en los impuestos para subsanar la creciente deuda en la que se incurriría para financiar el gasto.

También se ha enriquecido el debate incluyendo las crisis financieras y las respuestas que ha generado la política fiscal. En este sentido, Baldacci et al. (2009) concluyen que durante épocas de crisis financiera, las políticas fiscales aumentan la probabilidad de una salida temprana de ellas en casi un año. Sin

embargo, en aquellos países cuyo producto per cápita es bajo, se dispone de una baja capacidad de implementación de políticas fiscales y, por ende, hay mayores riesgos macroeconómicos, limitando la posibilidad de acción del gobierno en dichas crisis. Se sugiere entonces, la importancia de crear un espacio fiscal amplio y una estabilidad macroeconómica en tiempos tranquilos para disminuir el riesgo de caer en épocas de crisis, incrementando la efectividad de las políticas fiscales en caso de entrar en una recesión.

A partir de los trabajos clásicos de Kydland y Prescott (1982), y Long y Plosser (1983), la modelación macroeconómica se ha desarrollado en los últimos 30 años al punto de combinar los modelos originales de Ciclos Económicos Reales (RBC, por sus siglas en inglés), que pretendían evidenciar que los ciclos de la economía eran provocados por choques de oferta, con los llamados nekeynesianos, obteniéndose lo que se ha denominado un consenso alrededor de la "nueva síntesis neoclásica" (Galí y Gertler, 2007; Goodfriend y King, 1997).

Actualmente, los modelos DSGE son ampliamente usados por diferentes bancos centrales alrededor del mundo como herramienta de evaluación de política o como instrumento de pronóstico de la evolución de la economía, ya que su bondad para tales fines ha sido ampliamente documentada.³ Por otra parte, y aunque es más común el uso de estos modelos para evaluar el impacto de la política monetaria, han sido ampliamente usados para evaluar los efectos de una determinada política fiscal según las condiciones particulares de las economías.⁴

Una de sus principales bondades, en su forma más estándar, es la fundamentación microeconómica, que hace que las decisiones de los agentes se evalúen en el contexto de los problemas de optimización característicos del agente considerado. Los modelos permiten, entonces, explorar la relación entre un choque a la economía (bien sea de oferta o demanda) y las decisiones de esos agentes racionales, que se suponen fundadas microeconómicamente.

En particular, Uhlig (2010) utiliza un modelo de equilibrio dinámico estocástico (DSGE) construido a partir del modelo de Trabandt y Uhlig (2009), para evaluar el valor de los multiplicadores fiscales del gasto y de recorte de los impuestos. Es un modelo sencillo neoclásico de crecimiento endógeno, que toma como base la restricción intertemporal del agente representativo y del gobierno.

Los resultados que se obtienen del ejercicio en consideración son altamente sorprendentes, más si se consideran los multiplicadores keynesianos que le dieron tanto protagonismo a la intervención del Estado sobre la demanda agregada, vía gasto público, para enfrentar las crisis económicas de los países.

³Véase Adolfson et al. (2007), Edge et al. (2010), o Fernández-Villaverde y Francisco Rubio-Ramírez (2004).

⁴Véase Baxter y King (1993), Chari et al. (1994), Christiano et al. (2011), Davig y Leeper (2007) o Monacelli y Perotti (2008).

En efecto, de acuerdo con el modelo en cuestión y su parametrización, se pierden en el largo plazo US\$ 3.4 del producto, traído a valor presente, por cada dólar de aumento del gasto público; este resultado permite catalogar a los multiplicadores fiscales como engañosos cuando del largo plazo se trata, pues en el corto plazo, tres años por ejemplo, la producción se reactiva, pero pierde su efecto en la medida en que se avanza en el tiempo.

La reducción de la riqueza de los agentes económicos como resultado de la crisis, los lleva a consumir menos tiempo libre ofreciéndose más mano de obra para la economía, lo que incrementa el producto inicial (situación en la que el ocio se consideraría como un bien normal), pero la necesidad de financiar el mayor gasto público conducirá a mayores impuestos a largo plazo, con el consabido efecto negativo sobre la producción.

Por el contrario, cuando el estímulo se da a través de la reducción de impuestos el resultado es altamente satisfactorio; de hecho Uhlig expresa en su trabajo que por cada dólar menos que se cobra a los agentes económicos, entregado en términos de impuestos al trabajo, el producto final aumenta en US\$ 2.4 en valor presente. La conclusión negativa acerca de los efectos a largo plazo de las políticas fiscales expansivas se mantiene ante la inclusión de algunas variaciones al modelo anterior que se presentan en Drautzburg y Uhlig (2011), si bien se aminoran los efectos.

La metodología empleada en el trabajo que se propone a continuación es la siguiente: se calibra un DSGE para una economía emergente, la economía colombiana, para un período en el se puede considerar que se cumplen las condiciones implícitamente requeridas para suponer un equilibrio de estado estacionario. Sobre el modelo así calibrado se simula un choque expansivo (un aumento del gasto público) y se evalúa su impacto sobre el nivel de actividad económica, al tiempo que se implementan medidas compensatorias para hacer retornar el endeudamiento a su nivel original. El ejercicio consiste pues en evaluar el balance entre las políticas expansivas y el costo de distintas alternativas posibles de implementación de la restricción intertemporal de endeudamiento público. La política expansiva está así sujeta a la sostenibilidad de la política fiscal, pudiendo apreciarse por ello, de manera realista, el margen de maniobra que una economía tiene para la aplicación de políticas contracíclicas.

3 El modelo

El presente modelo pone en acción los mecanismos convencionales a través de los cuales los agentes reaccionan a las políticas expansivas. Así, el impacto expansivo del gasto interactúa con “efecto expulsión” y con los ajustes practicados por los agentes, para adaptarse a las posibles fuentes de ajuste que el gobierno ponga en práctica para equilibrar sus finanzas. Se producen,

consecuentemente, los efectos positivos iniciales propios de la política expansiva, pero se desencadenan también los mecanismos de ajuste que permiten retornar al ajuste de las cuentas públicas. Se trata, en conclusión, de sopesar esos efectos bajo diferentes escenarios de ajuste de las cuentas fiscales.

Se considera un continuo de hogares, que toma decisiones acerca del consumo, el ocio y la inversión, dadas sus preferencias intertemporales y su restricción presupuestal. Las ofertas de trabajo y de capital resultantes se ajustan a la demanda de factores productivos de un continuo de empresas que minimizan sus costos en condiciones de competencia perfecta. La producción de las empresas puede destinarse a ventas domésticas o a exportaciones, en una decisión que se modela maximizando las rentas, dada la frontera de posibilidades de producción.

Las demandas de gasto público, consumo e inversión son atendidas por un continuo de empresas comercializadoras, que adquiere bienes y servicios del sector productivo y realizan importaciones para poner a disposición de los demandantes un bien compuesto, en el que su componente doméstico y las importaciones son sustitutos imperfectos. La proporción óptima resulta de la minimización de gasto, sujeta a la función que agrega esos componentes.

Las exportaciones son demandadas por comercializadores del resto del mundo, que minimizan también su gasto, sujetos a la restricción de agregación del bien nacional y bienes de otras proveniencias.

La cuenta corriente de la balanza de pagos está compuesta por los flujos de exportaciones e importaciones, y los flujos de remesas, que los hogares reciben del exterior. La tasa de cambio es flexible para permitir que este saldo se ajuste a la cuenta de capital, conformada por flujos de capital que se canalizan al sector público, el cual financia su déficit a través de endeudamiento externo.

El modelo considera tres fuentes de ingresos fiscales: los impuestos directos, los impuestos indirectos y los aranceles. Los egresos del sector público corresponden al gasto público y al servicio de la deuda ya suscrita. A continuación se presentan las ecuaciones del modelo.

3.1 La conducta de los hogares

Las preferencias de los hogares están dada por:

$$U_{c,n,k} = E_t \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{L_t}{L_0} (\ln c_t + \psi \ln(1 - n_t)) \right] \quad (1)$$

donde β es el factor de descuento; L , la cantidad de personas por hogar; c , el consumo per cápita; n , la cantidad de trabajo per cápita, y ψ , el parámetro de preferencia por el ocio.

Los hogares maximizan su utilidad, dada la restricción presupuestal:

$$(1 - \tau_t) \left(R_t k_{t-1} \frac{L_{t-1}}{L_t} + W_t n_t \right) + ER_t f_t = P_t (c_t + i_t) \quad (2)$$

donde τ es la tasa de impuestos directos; R , la remuneración nominal al capital; k , el stock de capital per cápita; W , el salario nominal; ER , la tasa de cambio nominal (se supone un tipo de cambio flexible y sin intervención por parte del banco central); f , las remesas per cápita recibidas del exterior; P , el precio de los bienes demandados (que sirve además, como el numerario del sistema), e i , la inversión per cápita.

El capital evoluciona de acuerdo a la ecuación:

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} \frac{L_{t-1}}{L_t} + i_t \quad (3)$$

siendo, δ la tasa de depreciación.

Las ecuaciones resultantes del proceso de maximización son:

$$\frac{c_t}{(1 - n_t)} = \frac{(1 - \tau_t)w_t}{\psi} \quad (4)$$

$$E_t \frac{c_{t+1}}{c_t} = \beta E_t ((1 - \tau_{t+1})r_{t+1} + (1 - \delta)) \quad (5)$$

$$(1 - \tau_t)(r_t k_{t-1}) + (1 - \theta) ((1 - \tau_t)r_t n_t + er_t f_t - c_t - k_t) + (1 - \delta)k_{t-1} = 0 \quad (6)$$

donde $\theta = \frac{L_{t+1}}{L_t} - 1$ es la tasa de crecimiento de la población (que se asume constante) y las variables r , w , er corresponden a los precios deflactados por el numerario.

El capital sigue la trayectoria:

$$k_t = (1 - \delta) \frac{k_{t-1}}{1 + \theta} + i_t \quad (7)$$

3.2 La conducta de las empresas

Las empresas operan en competencia perfecta y minimizan su costo, dada su función de producción:

$$y_t = \left(\frac{k_{t-1}}{1 + \theta} \right)^\alpha (z_t n_t)^{1-\alpha} \quad (8)$$

donde y es su producción total, compuesta de bienes para venta doméstica y exportaciones, z es la productividad, y α el parámetro de participación del capital en la producción.

Las condiciones de primer orden conducen a:

$$\frac{\alpha}{(1 + \theta)^\alpha} \left(\frac{k_{t-1}}{z_t n_t} \right)^{\alpha-1} = \frac{r_t}{p y_t} \quad (9)$$

$$\frac{1 - \alpha}{(1 + \theta)^\alpha} \left(\frac{k_{t-1}}{z_t n_t} \right)^\alpha z_t = \frac{w_t}{p y_t} \quad (10)$$

donde py es el precio del bien que producen.

3.3 Demanda de importaciones

Desde el punto de vista de las compras en el exterior, se adopta el supuesto de “país pequeño”, tomador de precios, que puede adquirir la cantidad que desee de los bienes importables. En tal caso, la demanda de importaciones se determina como un proceso de minimización del gasto de los comercializadores domésticos, para los que los bienes domésticos y los bienes importados son sustitutos imperfectos:

$$\text{Min}_{d,m} \quad pm_t m_t + pd_t d_t \quad (11)$$

sujeto a:

$$c_t + g_t + i_t = b \left(\omega m_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} (1-\omega) d_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (12)$$

donde pm es el precio de la importaciones en moneda nacional; m , las importaciones per cápita; pd , el precio de la producción doméstica destinada al mercado nacional; d , las ventas de producción doméstica en el mercado nacional; g , el gasto público, y b , ω y σ , respectivamente, los parámetros de escala, de participación y de sustitución en la función CES que agrega bienes domésticos e importaciones.

La senda de expansión correspondiente es:

$$\frac{m_t}{d_t} = \left(\frac{(1-\omega)pm_t}{\omega pd_t} \right)^{-\sigma} \quad (13)$$

donde el precio doméstico de las importaciones depende del precio externo (pwm), la tasa de cambio real (er) y la tasa arancelaria ($aran$):

$$pm_t = pwm_t er_t (1 + aran_t) \quad (14)$$

Las compras totales de los comercializadores están dadas por:

$$c_t + g_t + i_t = pm_t m_t + pd_t d_t \quad (15)$$

3.4 Demanda de exportaciones

El modelo asume que los precios externos resultan de la interacción de oferta y demanda de exportaciones. La demanda de exportaciones se deriva del proceso de minimización de gasto en el resto del mundo, donde los bienes exportados por el país son sustitutos imperfectos de los bienes de otras procedencias:

$$\text{Min}_{x,xx} \quad px_t x_t + pw_t xx_t \quad (16)$$

sujeto a:

$$x_t = be \left(\omega e x_t^{\frac{\sigma e-1}{\sigma e}} (1-\omega e) xx_t^{\frac{\sigma e-1}{\sigma e}} \right)^{\frac{\sigma e}{\sigma e-1}} \quad (17)$$

donde px es el precio de las exportaciones en moneda extranjera; x , las exportaciones; pw , el precio de los bienes que compiten con las exportaciones nacionales en el mercado mundial; xx , las ventas de otros abastecedores en el mercado mundial; xt , las compras totales en el mercado mundial, y be , $\omega e \sigma e$, respectivamente, los parámetros de escala, de participación y de sustitución en la función de agregación mundial de compras al país y a otros proveedores.

La senda de expansión es:

$$\frac{x_t}{xx_t} = \left(\frac{(1 - \omega e)px_t}{\omega epw_t} \right)^{-\sigma e} \quad (18)$$

3.5 Oferta de exportaciones

La oferta de exportaciones se deriva del proceso de maximización de rentas de los empresarios del país, que deciden cómo asignar su producción (y) a ventas nacionales o exportaciones, dada su frontera de posibilidades de producción.⁵

$$\text{Min}_{x,d} \quad px_t x_t + pd_t d_t \quad (19)$$

sujeto a:

$$y_t = bd \left(\omega dx_t^{\frac{\sigma d - 1}{\sigma d}} + (1 - \omega d)d_t^{\frac{\sigma d - 1}{\sigma d}} \right)^{\frac{\sigma d}{\sigma d - 1}} \quad (20)$$

donde bd , ωd y $\sigma d < 0$ son los parámetros de escala, participación y sustitución de la función CET de elasticidad constante de transformación.

La senda de expansión es:

$$\frac{x_t}{d_t} = \left(\frac{(1 - \omega d)px_t}{\omega dpd_t} \right)^{-\sigma d} \quad (21)$$

donde el precio doméstico de las exportaciones depende del precio en moneda extranjera (px) y la tasa de cambio:

$$px_t = pwx_t er_t \quad (22)$$

Las ventas totales de las empresas son:

$$py_t y_t = px_t x_t + pd_t d_t \quad (23)$$

3.6 Restricción presupuestal del gobierno

El gobierno recauda rentas provenientes de impuestos directos, impuestos indirectos y aranceles. Utiliza estas rentas para ejecutar su plan de gasto público

⁵La frontera de posibilidades de producción se modela como una función de elasticidad constante de transformación (CET, por su denominación en inglés), en la que la elasticidad de sustitución es negativa.

y acude al mercado de crédito externo para financiar su déficit.

$$s_t er_t = \frac{s_{t-1}}{1+\theta} (1 + ri_t) er_t + g_t - \tau_t \left(R_t \frac{K_{t-1}}{1+\theta} + w_t n_t \right) - iva_t \frac{c_t + g_t + i_t}{1 + iva_t} - aran_t p w m_t m_t er_t \quad (24)$$

donde s es el saldo per cápita de la deuda pública; ri , el costo financiero de la deuda, e iva , la tasa de impuestos indirectos.

Ahora bien, el costo del endeudamiento externo incluye una prima de riesgo, que depende del nivel de endeudamiento del país:

$$ri_t = rm_t + a \left(\frac{s_t er_t}{PIB_t} \right) \quad (25)$$

donde rm es la tasa libre de riesgo; a , un parámetro que define la prima de riesgo en función del nivel de endeudamiento, y el PIB se define como:

$$PIB_t = c_t + g_t + i_t + x_t - \frac{m_t}{1 + aran_t} \quad (26)$$

3.7 Cierre externo

La tasa de cambio se ajusta para permitir el equilibrio entre oferta y demanda de divisas, que se origina en las importaciones; la oferta de divisas proviene de las exportaciones, de las remesas que recibe el sector privado y del endeudamiento neto externo adicional del gobierno. Aunque esta ecuación es técnicamente redundante,⁶ se incluye una variable de holgura para permitir el cumplimiento de la ley de Walras:

$$walras_t = p w x_t x_t + f_t + \left(s_t - \frac{s_{t-1}}{1+\theta} (1 + ri_t) \right) - p w m_t m_t \quad (27)$$

3.8 Cierre fiscal

El cierre fiscal se puede dar ajustando cualquiera de los tres impuestos ($timp_i$), en función de la brecha de endeudamiento, respecto al endeudamiento objetivo ($meta$):

$$timp_{i,t} = timp0_i + ktimp_i \left(\frac{s_{t-1} er_{t-1}}{PIB_t} - meta \right) \quad (28)$$

para $i = \tau, iva, aran$ donde $timp0$ es la tasa de impuestos vigente en el momento del choque, $ktimp$, el porcentaje de la brecha de endeudamiento que se cubre con el impuesto en cada período, y $meta$, el nivel de endeudamiento de referencia, respecto al cual se define la brecha.

⁶Se puede derivar de las ecuaciones 6, 14, 22 y 24 en las que “n-1” agentes están en equilibrio, el otro también lo estará.

3.9 Procesos exógenos

El modelo permite simular choques en variables exógenas o en variables de política. Es posible, por ejemplo, simular choques en la productividad, en el volumen de comercio internacional o en el gasto público, asumiendo que las variables z_t , x_t y g_t siguen un proceso autorregresivo descrito por:

$$\begin{aligned}z_t &= z_{t-1}^{\rho_1} z_0^{1-\rho_1} e_1 \\x_t &= x_{t-1}^{\rho_2} x_0^{1-\rho_2} e_2 \\g_t &= g_{t-1}^{\rho_3} g_0^{1-\rho_3} e_3\end{aligned}$$

donde los parámetros ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 definen la persistencia del choque; z_0 , x_0 y g_0 , el valor de las variables en el estado estacionario, y e_1 , e_2 y e_3 las perturbaciones aleatorias a las que es sometida la variable productividad, sector externo y gasto público, respectivamente.⁷ Así mismo, pueden definirse choques sobre las remesas (f) o los impuestos (τ , iva , $aranc$).

Para los propósitos del presente artículo, se simulan tres tipos de choques, todos de alta persistencia: los dos primeros son de productividad y de volumen de comercio, a fin de ilustrar el funcionamiento del modelo; el tercero es de gasto público, para evaluar el costo del ajuste de las finanzas públicas, cuando se aplica una política expansiva de gasto y el equilibrio inicial de las finanzas públicas se restituye mediante el ajuste de impuestos directos, impuestos indirectos o aranceles. La mecánica, en concreto, es la siguiente: se genera un choque en el gasto público, incrementándolo en un 1%, y en períodos posteriores se ajusta alguna de las tasas impositivas para retornar el endeudamiento a su nivel inicial.

4 Calibración

El modelo parte de considerar un momento en el que puede afirmarse que la economía se encuentra en estado estacionario, un estado en el que las variables que expresan cantidades crecen a una tasa común constante, generalmente el crecimiento de la población, ajustado por un factor de productividad. Consecuentemente, el valor per cápita efectivo de esas variables permanece constante en el tiempo, haciendo que la economía se mantenga en un equilibrio permanente de largo plazo.

El valor de los parámetros del modelo se calibra para que se cumplan las condiciones de estado estacionario. La calibración consiste en encontrar el valor de los parámetros que permite que la situación observada (ver tabla 1 en el apéndice) corresponda a un equilibrio de estado estacionario. El ejercicio consiste en replicar la trayectoria anual de la economía, sometida a un choque

⁷ e_1 , e_2 y e_3 se consideran variables ruido blanco.

exógeno y restringida a una trayectoria de endeudamiento que restituya las condiciones iniciales del estado estacionario.

Las ecuaciones de calibración, que se derivan de las ecuaciones del modelo cuando éstas se evalúan para los valores observados de las variables en el estado estacionario considerado, son:

$$\begin{aligned}\psi &= \frac{(1 - \tau)w(1 - n)}{c} \\ \beta &= \frac{1}{(1 - \tau)r + 1 - \delta} \\ \delta &= \frac{k - (1 - \theta)(k - i)}{k} \\ \alpha &= \frac{k}{k + n}\end{aligned}$$

Finalmente, es indispensable calibrar el valor de los parámetros de las funciones de comercio exterior. La demanda de importaciones, la demanda de exportaciones y la oferta de exportaciones son modeladas mediante funciones de elasticidad constante de sustitución (CES, por sus siglas en inglés). La estrategia de calibración consiste en asumir un valor determinado de la elasticidad de sustitución, y despejar los parámetros de escala y de participación de la función, de forma que la función CES y su senda de expansión produzcan los valores observados en el año base de calibración del modelo.

Para los parámetros de participación (ver tabla 2 en el apéndice), las ecuaciones son:

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{1}{\left(\frac{m}{d}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}} + 1} \\ \omega e &= \frac{1}{\left(\frac{x}{xx}\right)^{\frac{1}{1-\sigma e}} + 1} \\ \omega d &= \frac{1}{\left(\frac{x}{d}\right)^{\frac{1}{1-\sigma d}} + 1}\end{aligned}$$

Para los parámetros de escala:

$$\begin{aligned}b &= \frac{c + g + i}{\left(\omega m^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \omega)d^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}} \\ be &= \frac{x + xx}{\left(\omega ex^{\frac{\sigma e-1}{\sigma e}} + (1 - \omega e)xx^{\frac{\sigma e-1}{\sigma e}}\right)^{\frac{\sigma e}{\sigma e-1}}} \\ bd &= \frac{x + d}{\left(\omega dx^{\frac{\sigma d-1}{\sigma d}} + (1 - \omega d)d^{\frac{\sigma d-1}{\sigma d}}\right)^{\frac{\sigma d}{\sigma d-1}}}\end{aligned}$$

Los parámetros que representan la elasticidad de sustitución para cada función CES se establecen de manera exógena, siguiendo la literatura sobre el

Tabla 1. Valor de las elasticidades de sustitución de las funciones de comercio exterior

Elasticidad de sustitución de la función de importación	1.5
Elasticidad de sustitución de la función de demanda de exportaciones	3
Elasticidad de sustitución de la función de oferta de exportaciones	-2

Fuente: Elaborado por los autores.

tema en modelos de equilibrio general computable. En este sentido, se tiene que para las tres funciones, el valor del parámetro (σ) será alto, reflejando que las importaciones y los bienes domésticos, las exportaciones propias, las del resto del mundo, y las exportaciones y las ventas domésticas tienen un grado alto de sustituibilidad entre ellas; esto se refleja en los valores presentados en la tabla 1.

5 Simulaciones

Como se mencionó, se realizan dos tipos de simulaciones. Las primeras, ilustrativas, muestran el impacto de dos tipos de choques: de productividad y de demanda externa. Los choques de productividad, que se presentan cuando se altera la producción alcanzable con los recursos existentes, afectan la oferta agregada, modificando el nivel de empleo y el nivel de producto.⁸ Los choques externos, por su parte, afectan los términos de intercambio, incidiendo también en última instancia en la producción y el empleo.

Las figuras 1 y 2 muestran la variación porcentual generada en algunas variables representativas de la economía por un choque de productividad negativo del 1% y por una caída en el volumen de comercio mundial, también del 1%, que afecte la demanda de exportaciones del país.⁹

Como puede observarse en las figuras 1 y 2, los choques de productividad y de demanda externa tienen efectos diferenciados sobre el PIB. En particular, se resalta que el efecto sobre la producción del choque de oferta es una reducción de aproximadamente 0.8% en el PIB, en tanto que la reducción asociada al choque de demanda externa es del orden del 0.03%. Este resultado es coherente con la estructura neoclásica del modelo, que se refleja también en la magnitud del impacto sobre otras variables como el consumo (0.3% y 0.03%, respectivamente), la inversión (2% y 0.23%) y el empleo (0.27% y 0.03%).

⁸Se podrían representar como choques de productividad diversos tipos de situaciones, como avances en las tecnologías de la información y la comunicación, que incrementan la capacidad del empresario de gestionar sus factores; factores exógenos adversos, como condiciones climáticas, que afectan la productividad total factorial, o, incluso, condiciones financieras adversas, como restricciones de crédito, que afectan la capacidad del empresario de gestionar eficientemente su producción.

⁹El cierre de las finanzas públicas se produce a través del gasto público; éste se ajusta para mantener un nivel de endeudamiento consistente con el nivel de equilibrio de largo plazo.

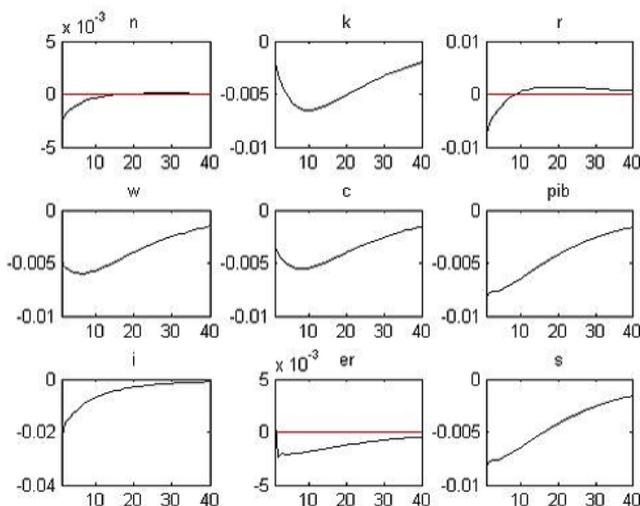


Figura 1. Efectos de un choque de productividad negativo

Fuente: Elaborado por los autores a partir del resultado de simulación.

La principal diferencia entre ambos choques está relacionada con la tasa de cambio, definida en términos de pesos por dólar de los Estados Unidos, que muestra un efecto de revaluación ante el choque de productividad debido al desplazamiento de la función de demanda de importaciones, en tanto que implica una devaluación de la moneda ante el choque de comercio, por el desplazamiento de la demanda de exportaciones generado por la abrupta reducción de las compras mundiales.

El segundo tipo de simulaciones tiene que ver con la cuestión fundamental de la relación entre gasto público y sostenibilidad fiscal: ¿qué efectos tiene la política fiscal, cuando se consideran los procesos de ajuste necesarios para mantener la sostenibilidad fiscal? La autoridad fiscal puede expandir el gasto público, incrementando su endeudamiento, pero debe incrementarse algún tipo de impuesto para saldar la deuda adquirida, a menos que el gasto público genere recaudos adicionales, que lleven de vuelta de manera automática a la deuda a su nivel de equilibrio. En este caso, el efecto depende del tipo de impuesto que se incremente, para retornar a la senda de endeudamiento sostenible. Las figuras 3, 4 y 5 muestran los resultados correspondientes al ajuste por impuestos directos, impuestos indirectos y aranceles, con un aumento del 1% del gasto público.

Los resultados que se derivan de estas simulaciones se resumen en la tabla 2.

El gasto público produce un efecto inicial positivo sobre el producto; el

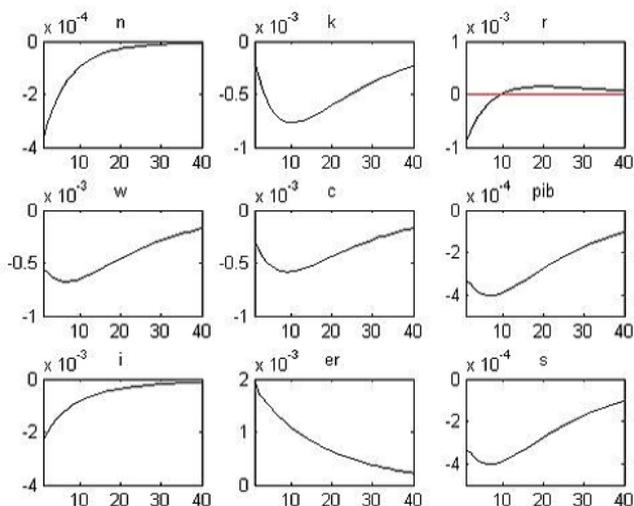


Figura 2. Efectos de un choque de comercio exterior negativo
 Fuente: Elaborado por los autores a partir del resultado de simulación.

Tabla 2. Resumen de efectos de política fiscal

	Impuestos directos	Impuestos indirectos	Aranceles
Multiplicador del gasto público	0.399	0.388	0.353
Efecto sobre el PIB de incremento del 1% gasto	0.08%	0.08%	0.07%
Efecto sobre el empleo.	15.369	14.759	12.776

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 3. Reducción del consumo permanente por un aumento del 1% en el gasto público

	Impuestos directos	Impuestos indirectos	Aranceles
Reducción del consumo permanente.	0.0009	0.00084	0.00055

Fuente: Elaborado por los autores.

multiplicador del gasto se ubica entre 0,35 y 0,40, según el tipo de impuesto que se implemente para pagar el nuevo endeudamiento. En cuanto al empleo, una variación del 1% del gasto público genera entre 12 y 15 mil empleos en el caso colombiano. Para incrementar el empleo total en un 1% se requeriría, en consecuencia, un incremento porcentual del gasto público, entre el 11% y el 13%, según la alternativa de impuestos elegida para equilibrar el presupuesto.

Ahora bien, el aumento del gasto público pagado bajo cualquiera de los

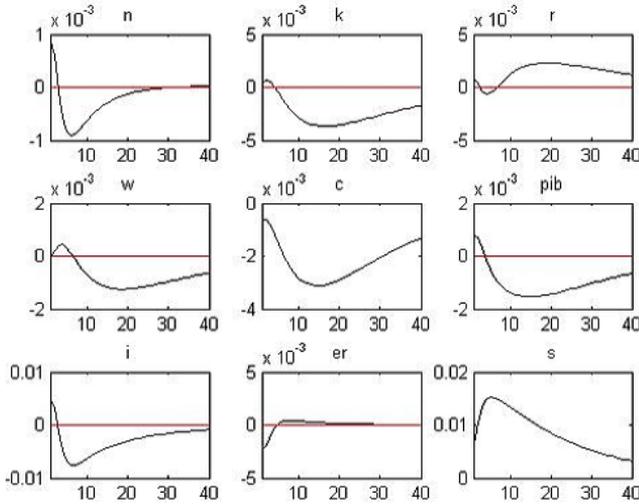


Figura 3. Efectos de un choque de gasto público con pago de endeudamiento a través de impuestos directos

Fuente: Elaborado por los autores a partir del resultado de simulación.

esquemas propuestos implicará la reducción del consumo en el futuro. Esta reducción es equivalente a una reducción del consumo permanente de la magnitud descrita en la tabla 3.

Es decir, cada punto porcentual de aumento del gasto público genera una reducción de entre 0.055% y 0.09% en el consumo permanente de los hogares. Los efectos negativos futuros exceden los beneficios y, en consecuencia, el efecto neto equivale a una reducción del ingreso permanente.

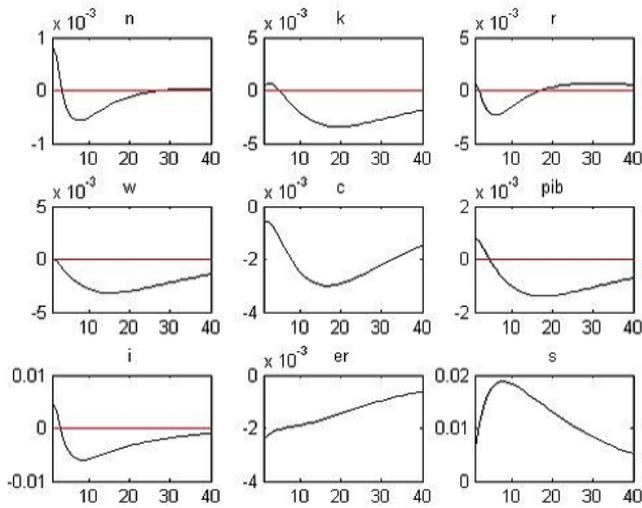


Figura 4. Efectos de un choque de gasto público con pago de endeudamiento a través de impuestos indirectos

Fuente: Elaborado por los autores a partir del resultado de simulación.

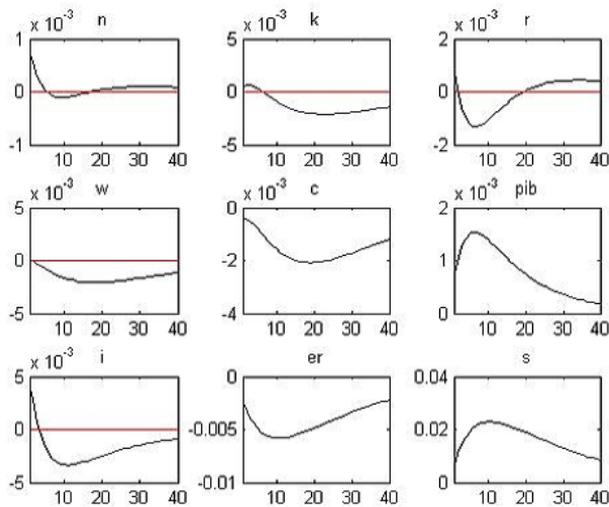


Figura 5. Efectos de un choque de gasto público con pago de endeudamiento a través de aranceles

Fuente: Elaborado por los autores a partir del resultado de simulación.

6 Conclusiones

Los ejercicios anteriores muestran que, incluso en un modelo neoclásico de economía abierta aplicado a una economía emergente como la colombiana,¹⁰ una política expansiva de gasto público incrementa en el corto plazo el empleo y el producto, pero incurriendo en un costo futuro adicional, que seguramente tendrá un impacto superior al beneficio alcanzado en el corto plazo, hecho que es coherente con lo propuesto por Uhlig (2010) para una economía desarrollada. La magnitud del efecto inicial se acrecentará, seguramente, si existen inflexibilidades e imperfecciones que impidan un uso eficiente de los recursos y que mantengan la economía lejos de su frontera de posibilidades de producción. Ulteriores aplicaciones del modelo podrán determinar el impacto sobre la magnitud del efecto de diversas imperfecciones, como condiciones no competitivas (competencia imperfecta); rigideces de precios (precio a la Calvo); condiciones de equilibrio con desempleo (como las generadas por imperfecciones en el proceso de búsqueda y contratación de empleados); o restricciones a la liquidez en algunos agentes. Pero incluso en estos casos, toda intervención tiene su costo, así que una política expansiva debe ir acompañada por una adecuada estimación de ese costo y de la manera como éste será asumido.

Por ello, las políticas expansivas tienen un horizonte de tiempo limitado; pueden cumplir un papel transitorio, en tanto la iniciativa privada recupere su dinamismo. Por ello, quizás, como lo afirma Spence,

“El desacuerdo (entre quienes reclaman mayor gasto público y quienes advierten acerca de la sostenibilidad fiscal) viene, en parte de un conjunto diferente de juicios acerca de la secuencia temporal de los hechos. Presumiblemente todos están de acuerdo en que llega un momento en que uno tiene que dejar que los pacientes sanen más o menos por su cuenta, reconociendo que el proceso de curación puede tomar algún tiempo, y que el paciente no va a correr maratones en el corto plazo” Spence (2011).

Por supuesto, la pregunta de la discordia llega en ese momento; las políticas expansivas sacrifican algo del futuro, para solventar situaciones presentes que infligen daño al bienestar de los miembros de la sociedad, pero sólo el dinamismo proveniente de las decisiones de inversión y consumo de los agentes es sostenible y es en la búsqueda de crear las condiciones para que ese di-

¹⁰La explicación de que un modelo neoclásico de competencia perfecta muestre efectos keynesianos del gasto debe buscarse en el tipo de cierre que se asume con respecto al resto del mundo: se asume aquí que el equilibrio del país considerado no afecta el equilibrio del resto del mundo, y que, en consecuencia, los términos de intercambio se ajustan para producir el cierre entre el nuevo equilibrio del país y las condiciones del resto del mundo.

namismo se produzca y se mantenga en donde debe concentrarse la acción del Estado.

Apéndice

Tabla 4. Valores de estado estacionario (millones de pesos 2005)

n	Empleo total (como porcentaje de la población)	0.40899241
k	Stock de capital per cápita	18.0337406
r	Remuneración al capital	0.14938522
w	Salario medio	11.2832713
c	Consumo per cápita	5.20717971
y	Producto per cápita	7.26371463
f	Remesas y flujos del exterior al sector privado	0.39421409
i	Formación bruta de capital per cápita	1.55013858
m	Importaciones per cápita	1.76853118
s	Deuda pública per cápita	2.2965937
d	Producción para ventas domésticas per cápita	5.87345901
x	Exportaciones per cápita	1.39025562
z	Productividad total factorial	10.6402624
g	Gasto público per cápita	1.59475206
pib	PIB per cápita	8.04931354
ri	Tasa de interés crédito externo	0.0575

Fuente: Elaborado por los autores a partir de Cuentas Nacionales, DANE.

Tabla 5. Parámetros del modelo

alfa	α	Parámetro de participación función de producción	0.364681
theta	θ	Tasa de crecimiento anual de la población	0.017
psi	ψ	Ponderador del ocio en la función de utilidad	1.121853
delta	δ	Tasa de depreciación anual	0.070419
beta	β	Factor de descuento	0.943001
omega	ω	Parámetro de participación función de demanda de importaciones	0.309984
b	b	Parámetro de escala función de demanda de importaciones	1.965098
sig	σ	Parámetro de sustitución función de demanda importaciones	1.5
omegae	ωe	Parámetro de participación demanda de exportaciones	0.226247
be	be	Parámetro de escala demanda de exportaciones	1.451224
sige	σe	Parámetro de sustitución demanda de exportaciones	3
omegad	ωd	Parámetro de participación frontera de posibilidades de producción	0.672712
bd	bd	Parámetro de escala frontera de posibilidades de producción	2.260139
sigd	σd	Parámetro de sustitución frontera de posibilidades de producción	-2
xt0	$xt0$	Compras totales en países compradores	57.00048
rm	rm	Tasa de interés libre de riesgo	0.03
a	a	Parámetro de sensibilidad de la tasa de interés al endeudamiento	0.096385
meta	$meta$	Nivel de endeudamiento como proporción del PIB	0.285315
tau0	$\tau 0$	Tasa efectiva de impuestos directos	0.123988
iva0	$iva0$	Tasa efectiva de impuestos indirectos	0.092918
aran0	$aran0$	Tasa efectiva arancelaria	0.044606

Fuente: Elaborado por los autores a partir de Cuentas Nacionales, DANE.

Referencias

- Adolfson, M., M. K. Andersson, J. Lindé, M. Villani, y A. Vredin (2007). Modern forecasting models in action: Improving macroeconomic analyses at central banks. *International Journal of Central Banking* 3(4), 111–144.
- Argandoña, A., C. Gámez, y F. Mochón (1996). *Macroeconomía avanzada I. Modelos dinámicos y teoría de la política económica*. McGraw-Hill, Madrid.
- Aschauer, D. A. (1989). Does public capital crowd out private capital? *Journal of Monetary Economics* 24(2), 171–188.
- Baldacci, E., S. Gupta, y C. Mulas-Granados (2009). How effective is fiscal policy response in systemic banking crises? IMF Working Papers 09/160, International Monetary Fund.
- Barro, R. (1989). The ricardian approach to budget deficits. *Journal of Economic Perspectives* 3(2), 37–54.
- Baxter, M. y R. G. King (1993). Fiscal policy in general equilibrium. *American Economic Review* 83(3), 315–34.

- Bernheim, D. (1989). A neoclassical perspective on budget deficits. *Journal of Economic Perspectives* 3(2), 55–72.
- Chari, V. V., L. J. Christiano, y P. J. Kehoe (1994). Optimal fiscal policy in a business cycle model. *Journal of Political Economy* 102(4), 617–52.
- Christiano, L., M. Eichenbaum, y S. Rebelo (2011). When is the government spending multiplier large? *Journal of Political Economy* 119(1), 78–121.
- Coenen, G., C. J. Erceg, C. Freedman, D. Furceri, M. Kumhof, R. Lalonde, D. Laxton, J. Lindé, A. Mourougane, D. Muir, S. Mursula, y Ca (2012). Effects of fiscal stimulus in structural models. *American Economic Journal: Macroeconomics* 4(1), 22–68.
- Davig, T. y E. M. Leeper (2007). Fluctuating macro policies and the fiscal theory. In D. Acemoglu, K. Rogoff, y M. Woodford (Eds.), *NBER Macroeconomics Annual*, Volume 21, pp. 247–316. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Drautzburg, T. y H. Uhlig (2011). Fiscal stimulus and distortionary taxation. NBER Working Papers 17111, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Edge, R. M., M. T. Kiley, y J.-P. Laforte (2010). A comparison of forecast performance between federal reserve staff forecasts, simple reduced-form models, and a dsge model. *Journal of Applied Econometrics* 25(4), 720–754.
- Espinoza, R. y A. Senhadji (2011). How strong are fiscal multipliers in the gcc? an empirical investigation. IMF Working Papers 11/61, International Monetary Fund.
- Esteve, V. y V. García (1993). La sostenibilidad de la política fiscal española: un enfoque intertemporal. Documentos de trabajo 93, Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social.
- Fernández-Villaverde, J. y J. Francisco Rubio-Ramírez (2004). Comparing dynamic equilibrium models to data: a bayesian approach. *Journal of Econometrics* 123(1), 153–187.
- Galí, J. y M. Gertler (2007). Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation. *Journal of Economic Perspectives* 21(4), 25–46.
- Goodfriend, M. y R. King (1997). The new neoclassical synthesis and the role of monetary policy. In B. Bernanke y J. Rotemberg (Eds.), *NBER Macroeconomics Annual*, Volume 12, pp. 231–296. National Bureau of Economic Research, Inc.

- Krugman, P. (2011). Mr. Keynes and the moderns. In *Cambridge conference commemorating the 75th anniversary of the publication of The General Theory of Employment, Interest, and Money*.
- Kydland, F. E. y E. C. Prescott (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica* 50(6), 1345–1370.
- Long, J. y C. Plosser (1983). Real business cycles. *Journal of Political Economy* 91(1), 39–69.
- Monacelli, T. y R. Perotti (2008). Fiscal policy, wealth effects, and markups. NBER Working Papers 14584, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Spence, M. (2011). *The next convergence: The future of economic growth in a multisppeed world*. Farrar, Straus y Giroux.
- Trabandt, M. y H. Uhlig (2009). How far are we from the slippery slope? the laffer curve revisited. NBER Working Papers 15343, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Uhlig, H. (2010). Some fiscal calculus. *American Economic Review* 100(2), 30–34.