



El Trimestre Económico

ISSN: 0041-3011

trimestre@fondodeculturaeconomica.com

Fondo de Cultura Económica

México

Chávez, Ricardo; García, Carlos J.

REFORMA TRIBUTARIA EN FASES

El Trimestre Económico, vol. LXXXIII(2), núm. 330, abril-junio, 2016, pp. 275-310

Fondo de Cultura Económica

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31345267002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## REFORMA TRIBUTARIA EN FASES\*

*Ricardo Chávez y Carlos J. García\*\**

### RESUMEN

En este artículo el principal objetivo es analizar tanto cualitativa como cuantitativamente el impacto del momento de una reforma tributaria, es decir, el aumento progresivo y avisado (en fases) de los impuestos en contraposición con una reforma de una sola vez. Los resultados indican que una reforma en fase debiera producir dos efectos: un efecto sustitución que impulsa a las empresas a adelantar inversión y con ello debiera aumentar el Producto Interno Bruto (PIB) y la inflación. La reacción del banco central debiera ser subir la tasa de interés. El otro efecto es negativo y consiste en un efecto riqueza que reduce el precio de las acciones y aumenta el tipo de cambio, Tomando como ejemplo el caso de Chile, que realizó una reforma en base recientemente (2014): se tiene que un aumento de 1% de los impuestos debería producir, producto de la distorsión intertemporal, un aumento de 0.17% en el PIB dentro del primer año del anuncio. No obstante, pueden existir otros elementos de naturaleza muy heterogénea que pueden influenciar negativamente la implementación de la reforma y, por tanto, cancelar por completo este efecto de sustitución intertemporal. Entre estos elementos negativos se tiene la falta de claridad de la reforma por parte del gobierno, al grado de virulencia de las discusiones en el Congreso y su influencia en las expectativas de los empresarios, la falta de credibilidad, por ejemplo, la incertidumbre de nuevas alzas de impuestos, etcétera.

*Palabras clave:* ciclo económico, política fiscal, econometría bayesiana, modelos DSGE. *Clasificación JEL:* E32, E62, E37.

\* Artículo recibido el 29 de agosto de 2014 y aceptado el 29 de mayo de 2015. Los autores agradecen los comentarios de Héctor Felipe Bravo a este artículo y a dos dictaminadores anónimos de *El Trimestre Económico*. Cualquier error es responsabilidad exclusiva de los autores.

\*\* Ricardo Chávez, Banco Central del Ecuador (correo electrónico: rechavez@bce.ec). Carlos J. García, Instituto Latinoamericano de Doctrina y Estudios Sociales (ILADES), Universidad Alberto Hurtado (UAH) (correo electrónico: cgarcia@uahurtado.cl).

## ABSTRACT

The main focus in this study is to analyze, both qualitatively and quantitatively, the impact of a tax reform, i.e., an informed in advance progressive increase (in phases) of taxes as opposed to a reform at once. Our results indicate that a reform in phases should produce two effects: substitution effect that drives companies to bring forward investment and this should increase the GDP and inflation. The reaction of the central bank should be to raise the rate of interest. The other effect is negative and is a wealth effect that reduces the price of the shares and increases the exchange rate. Taking the example of Chile, which conducted a tax reform recently (2014). A 1% increase in taxes should produce, due to the intertemporal distortion, an increase of 0.17% in GDP in the first year of the announcement. However, there may be other elements of diverse nature that may negatively influence the implementation of reform and thus completely cancel the effect of intertemporal substitution. Among these negatives example are the lack the of clarity in the reform by the government, the pessimism in the discussions from opposing views in Congress and its influence on the expectations of employers, lack of credibility, the uncertainty of new tax hikes, etc.

*Key words:* business cycle, fiscal policy, bayesian econometrics, DSGE models. *JEL Classification:* E32, E62, E37.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han realizado reformas fiscales para reducir el déficit en algunos países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), como por ejemplo, Grecia, Irlanda, Portugal, España y el Reino Unido, quienes han incrementado sus tasas impositivas. Estos cambios se sustentan en la demanda adicional de recursos que tiene el fisco: incrementar el gasto público orientado a educación, infraestructura y salud, y aumentar el ahorro para buscar un balance fiscal. Al respecto, una alternativa para implementar una reforma tributaria es implementarla en fases, es decir, avisar por adelantado la manera en que se implementará la reforma. En término del impacto macroeconómico, ¿cuál es la diferencia de realizar la reforma inmediata o paulatinamente? El principal objetivo de este artículo es analizar las diferencias del impacto macroeconómico de estas estrategias alternativas de implementación. En particular, se toma el caso de Chile que implementó recientemente una reforma en fases en 2014.

En efecto, en general las reformas tributarias están asociadas con *shocks* de impuestos. A modo de ejemplo, en un influyente artículo Blanchard y Perotti (1999) establecen un resultado general para la política fiscal usando un Vector Autorregresivo (VAR): los *shocks* de gastos son expansivos, en cambio los *shocks* de impuestos son negativos. Desde este trabajo seminal, una serie de investigaciones recientes ha confirmado esta regla: Mountford y Uhlig (2009), Fatás y Mihov (2012), y Perotti (2012). Los fundamentos teóricos de estos resultados empíricos se pueden encontrar en Galí, López-Salido y Vallés (2007), es decir, en una economía con agentes restringidos y precios rígidos el gasto es expansivo; los impuestos, en cambio, son contractivos.

Sin embargo, algunos investigadores han hecho énfasis en que el impacto de una reforma fiscal no es directo y que depende crucialmente del momento en que ésta se realiza. Por ejemplo, Mertens y Ravn (2012) encuentran evidencia en los Estados Unidos de que una reducción esperada en los impuestos produce una caída en el Producto Interno Bruto (PIB), el consumo y la inversión. Este resultado está en línea con la literatura sobre noticias y ciclo económico desarrollada en los últimos años. A modo de ejemplo, Jaimovich y Rebelo (2009) demuestran en un modelo de ciclos reales (RBC, por sus siglas en inglés) estándar que noticias positivas sobre el futuro de la productividad generan expansiones significativas sobre el PIB. En el caso de los impuestos avisados, el efecto, como se explicará en detalle en este estudio, consiste en aprovechar los trimestres en que los impuestos aún no suben.

Adicionalmente, la literatura indica que medir los efectos en fases de una reforma tributaria es complejo. En efecto, la medición de nueva información (o *news*) puede producir serios problemas si usamos modelos econométricos estándar (modelos VAR o modelos de una ecuación) como lo demuestra Leeper, Walker y Yang (2013):<sup>1</sup> los modelos estándares suponen que los *shocks* son decrecientes en el tiempo; sin embargo, las *news* puede que no decrezcan. A modo de ejemplo, una reforma tributaria que es avisada en  $t$  y que será efectiva en  $T$  periodos más, suponiendo un contexto de expectativas racionales, implicará que el *stock* de capital en  $T$  dependerá plenamente del *shock* o nueva información que ocurrió  $T - 1$  periodos atrás.

En este artículo evitamos esta crítica desarrollando un modelo estructural de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE, por sus siglas en inglés)

<sup>1</sup> Véase también Yang (2005).

que es estimado por técnicas bayesianas.<sup>2</sup> En relación con la estructura del modelo, éste considera diferentes sectores que representan, en términos generales, la economía chilena. El modelo de este estudio es una extensión de García y González (2014), donde se sustituye el supuesto de impuestos *lump-sum* por impuestos al consumo, al trabajo y a las utilidades. Además, se formaliza una regla fiscal de gasto que depende de los ingresos estructurales, pero adicionando una recaudación fiscal proveniente de los impuestos antes mencionados y los aportes del cobre. En resumen, nos aseguramos de que tanto el estado estacionario como la dinámica del modelo repliquen los resultados estándares para la economía chilena usando modelos DSGE y VAR, incluida la carga tributaria histórica de la economía chilena.

Una vez examinado el modelo, se realizan proyecciones condicionadas a la reforma tributaria en fases. En otras palabras, se supone que los agentes económicos saben con anticipación la evolución de los impuestos y, por tanto, pueden reoptimizar sus planes de consumo, inversión, fijación de precios, salarios, producción, etc. Los resultados encontrados en esta investigación son consistentes con estudios en otros países. La reforma tributaria en fases debiera producir dos efectos: en el primero, una sustitución que impulsa a las empresas a adelantar inversión y con ello debiera aumentar el PIB y la inflación. En este contexto, la reacción del banco central debiera consistir en subir la tasa de interés. El otro efecto es un producto riqueza que reduce el precio de las acciones y aumenta el tipo de cambio.

En términos cuantitativos, un aumento de 1% de los impuestos a los beneficios debería producir un aumento de 0.17% del PIB dentro del primer año del anuncio. Sin embargo, es importante aclarar que los efectos que medimos en este estudio son limitados y se restringen sólo a los de corto plazo. Se omiten otros (efecto riqueza) asociados a la mayor recaudación tributaria en la formación de capital humano (objetivo final de la reforma de 2014 que se realizó en Chile) y por tanto las ganancias de productividad en el largo plazo; tampoco considera los efectos distributivos positivos de largo plazo del aumento de impuesto (Picketty, 2014: 515, primer párrafo).

Finalmente, reconociendo que una reforma tributaria va más allá del aumento futuro de los impuestos, en el estudio se introduce la posibilidad de que otros elementos asociados a una reforma puedan producir un *shock* negativo en las expectativas de inversión. En términos reales, un aumento

<sup>2</sup> El modelo tiene una estructura y es estimado con técnicas estándares usado por varios bancos centrales; Medina y Soto (2007), Burgess *et al.* (2013), Fornero y Kirchner (2014).

de impuestos está asociado a elementos tan diversos como la claridad de la reforma por parte del gobierno, al grado de virulencia de las discusiones en el Congreso y su influencia en las expectativas de los empresarios, la incertidumbre de nuevas alzas de impuestos, etc. En resumen, demostramos que si estos otros elementos están presentes, el efecto sustitución discutido en este artículo puede ser compensado por un empeoramiento de las expectativas que produce que la inversión caiga desde el mismo momento del anuncio de la reforma. En otras palabras, se compensa o interfiere el efecto sustitución, que sería una respuesta óptima, suponiendo como dada la trayectoria de los impuestos, por un efecto negativo instantáneo en las expectativas.

Puesto que este estudio es sobre política económica, se debe reconocer que no sólo el momento en que se avisa la reforma es importante, sino también las condiciones iniciales, la coordinación con el banco central y en qué se gastarán los futuros ingresos afectan el resultado final de la reforma. En efecto, los temas de incertidumbre que rondan a una reforma tributaria serán más serios, como se explicó en el párrafo anterior, si la economía está en una desaceleración que en un ciclo expansivo, si no hay coordinación con el banco central respecto del momento apropiado para una reforma o si los gastos futuros serán para financiar empleo público y no inversión o gastos productivos, que son reconocidos por sus efectos positivos en la productividad de mediano plazo (educación y salud). Todos estos temas deben ser considerados en el diseño original para que el aviso de una reforma tributaria no produzca efectos colaterales indeseados. Para esto se requiere una coordinación apropiada entre actores económicos y políticos.

Este artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección I se resume la literatura sobre reformas fiscales en fases. En la sección II se presenta el modelo DSGE y los resultados en la sección III; al final se presentan las conclusiones.

## I. LITERATURA<sup>3</sup>

Varios autores han analizado los efectos de cambios anticipados en los impuestos en la economía. No obstante, en la literatura ha surgido cierta tensión entre la evidencia econométrica estándar (modelos VAR, por ejemplo, o regresiones de una sola ecuación) y las predicciones de modelos con micro-

<sup>3</sup> No discutimos en este trabajo si es bueno o no avisar una reforma tributaria. Al respecto, Barro (1979) argumenta que los impuestos deben seguir un ruido blanco, es decir, deben ser no proyectables para evitar los cambios en asignación de recursos que provocan.

fundamentos (DSGE y RBC, por ejemplo). Como se explica más adelante, la principal dificultad consiste en poder identificar adecuadamente la información que se usará en un modelo econométrico para representar un cambio anticipado de los impuestos. Con todo, se desprende que aumentos futuros de impuestos están relacionados con efectos expansivos en el presente.

Auerbach (1989) analiza la posibilidad de que cambios impositivos anticipados influyen el comportamiento de la inversión en un modelo microfundado (Hayashi, 1982). Al respecto, él demuestra cómo un cambio impositivo anticipado influencia a la inversión por dos efectos contrapuestos: primero, el deseo de suavizar la trayectoria de la inversión por la existencia de costos de ajustes convexos (o dificultad de cambiar los planes de inversión) hace que mientras más distante sea la fecha de implementación del cambio de política, el impacto de corto plazo del aumento futuro de impuesto es menor. Segundo, los cambios tributarios anticipados afectan el valor de la firma; así, un aumento de impuestos a un horizonte prolongado puede aumentar el valor de nuevo capital por encima del antiguo aumentando la inversión.

No obstante, la clara intuición del efecto de cambios anticipados sobre la economía, algunos trabajos empíricos no han encontrado que este efecto fuera importante o tuvieran el signo esperado por los autores. En efecto, Poterba (1988) analizó el efecto que tienen anuncios de cambio de impuestos a los ingresos sobre el consumo en los Estados Unidos. En este estudio se hacen regresiones entre el cambio en el consumo per cápita en términos reales contra su propio rezago y una variable que representa noticias de cambio de impuestos (salarios y tasas de retorno). Su principal resultado es que los cambios anticipados de los impuestos no son significativos en explicar las variables en el consumo.

Por otro lado, Blanchard y Perotti (2002) incluyen en la especificación de un modelo VAR un dummy para medir cambios esperados en los impuestos en los Estados Unidos. En específico, el dummy representa la reforma tributaria de 1975, pero adelantada en un trimestre. Ellos concluyen que mirando el coeficiente de ese dummy se tiene que una caída anticipada en un trimestre de los impuestos (a los ingresos) tiene efectos negativos sobre el PIB y por tanto no habría efectos anticipados sobre el PIB.

Sin embargo, la interpretación de Blanchard y Perotti (2002) sobre sus resultados es controversial. En efecto, si se espera que los impuestos sean más bajos en el futuro, uno podría deducir que bajo ciertos supuestos los consumidores decidan restringir su gasto hoy para aprovechar los impues-

tos más bajos en el futuro. Por el contrario, en la interpretación de Blanchard y Perotti (2002) está implícito que estos autores esperan que el efecto riqueza sea superior al efecto intertemporal por cambios de precios relativos.<sup>4</sup> Así, en House y Shapiro (2006), usando un modelo neoclásico con expectativas racionales (RBC) para analizar la reforma tributaria de 2001 de ese país, encuentran que el resultado negativo encontrado por Blanchard y Perotti (2002) es perfectamente factible en un modelo RBC en el que los agentes incorporan nueva información (*news*).

El resultado de Blanchard y Perotti (2002) también se ha encontrado en trabajos más recientes. Por ejemplo, Mertens y Ravn (2012) estiman un VAR con un conjunto de variables macroeconómicas endógenas más los cambios en los impuestos que son tratados como variables exógenas. Estos cambios son construidos con base en la información narrativa de Romer y Romer (2010) que permite identificar cada cambio exógeno en los impuestos en los Estados Unidos desde la segunda Guerra Mundial. Los resultados de este estudio confirman que una reducción esperada en los impuestos produce una caída en el PIB, el consumo y la inversión.<sup>5</sup>

En un interesante estudio de Leeper, Walker y Yang (2011) se concluye que las diferencias entre los estudios es el conjunto de información disponible por agentes y econométristas. Ellos demuestran que un VAR estimado por un econométrista no puede captar las nuevas noticias (*news*) sino sólo *shocks* estructurales decrecientes en el tiempo (*old news*). En cambio un shock de *news* no decrecerá para el horizonte relevante; por ejemplo, si los impuestos suben en cuatro años más, entonces el capital de ese periodo será fuertemente explicado por un *shock* de cuatro años atrás, resultado que no puede ser explicado con los *shocks* de un VAR. Así, un aviso de aumentos de impuestos esperado por su importancia puede dar como resultado una caída de la inversión (información pasada); no obstante, la serie fue generada por un modelo donde la inversión sube (*news*).

<sup>4</sup> Evans, Honkapohja y Mitra (2011) introducen aprendizaje adaptativo a un modelo RBC para estudiar los efectos de un cambio anticipado en los impuestos. En este contexto, los autores concluyen que en un modelo de aprendizaje el impacto de una reforma tributaria es aún más grande que en un modelo de expectativas racionales, generándose oscilaciones en el regreso al equilibrio (olas de optimismo-pesimismo). Básicamente, éstos ocurren en el modelo porque el efecto riqueza de cambios futuros de impuestos es mejor comprendido por los agentes que los efectos sobre los precios relativos y, por tanto, estos últimos cambios se distribuyen con el paso del tiempo. No obstante, este resultado no es consistente con los resultados encontrados en la literatura empírica y resumida en este estudio.

<sup>5</sup> Hussain y Malik (2014) extienden este estudio separando entre caídas y aumentos de impuestos, aunque se concentran sólo en cambios no esperados.



Para el caso de Chile, la literatura se ha concentrado en los efectos de largo plazo (efecto riqueza) y no en los efectos cíclicos de corto plazo (efectos sustitución). Larraín, Cerda y Bravo (2014) encuentran que el aumento del impuesto corporativo desde 20 a 35% (25% + 10%) podría generar una caída de hasta 1% en el crecimiento potencial anual, junto con una reducción del empleo, los salarios y la inversión. Medina y Valdés (1998) presentan un estudio sobre sociedades anónimas abiertas en donde identifican que el efecto de los flujos de caja sobre la razón inversión sobre capital es positivo y significativo; de esa manera, argumentan que con unas tasas de impuesto que afectan al flujo de caja de las empresas, éstas verán afectadas negativamente sus decisiones de inversión.

El argumento es reforzado con el estudio de Hsieh y Parker (2007), donde muestran que la reducción del impuesto a las utilidades retenidas de la década de 1980 en Chile generó un fuerte impacto sobre la inversión. Lo mismo encuentra Vergara (2010) con una serie temporal más extensa desde 1975 hasta 2003: estima que una reducción de impuestos corporativos aumenta la inversión, siendo la reforma de aquella época la causal de un incremento de la inversión de alrededor de 3% del PIB. Cerda y Larraín (2005) encuentran algo similar, en tanto que ante un aumento de 10% de la tasa del impuesto corporativo se da una reducción de la razón inversión sobre capital de entre 0.2 y 1%.

## II. MODELO

En esta sección se presentan las modificaciones clave realizadas a un modelo estándar DSGE con impuestos *lump-sum* (véase, por ejemplo, García y González, 2014) que se debieron hacer para poder introducir apropiadamente los impuestos en la economía chilena.<sup>6</sup>

Las modificaciones fueron de dos tipos: primero, se introducen diferentes tipos de impuestos en las restricciones y funciones objetivo de los agentes en el modelo. Segundo, se modela en forma endógena la política fiscal en función de todos los ingresos tributarios. Al respecto, los impuestos y su estructura son una idealización del verdadero sistema de impuesto chileno y de su complejidad; sin embargo, capta esencialmente la manera en que los diferentes agentes y sectores podrían responder a los impuestos. Con esto reducimos los impuestos a dos clases diferentes: recaudados del consumo (impuesto al valor agregado, IVA) y de los ingresos (laborales y las utilidades a las empresas).

<sup>6</sup> En la subsección 1 del apéndice se presentan en detalle todas las ecuaciones del modelo empleado.

Otros impuestos por sus bajos montos de recaudación son omitidos como el global complementario, tarifas, impuestos a productos específicos, etcétera.

La reforma tributaria 2014 que se implementó en la economía chilena está mayoritariamente relacionada a incrementos en  $t_t^u$  (impuestos a los beneficios de las empresas) para el sector de bienes intermedios y no con aumentos de  $t^c$ ,  $t^w$  ni  $t_t^u$  para el sector cobre. Sin embargo, necesitamos introducir estos impuestos para calibrar en forma apropiada la carga tributaria y así calcular apropiadamente el estado estacionario de la economía chilena.

Así, las modificaciones al modelo DSGE estándar son las que se exponen a continuación.

*Familias.* En el modelo se suponen dos tipos de familias optimizadoras y restringidas, es decir, con y sin acceso al mercado de capitales. Este tipo de familias están sujetas a dos tipos de impuestos  $t^c$  y  $t^w$ , impuestos al consumo y a los ingresos del trabajo, respectivamente [ecuación (1)]. Por tanto, las familias maximizan su utilidad sujetas a una restricción presupuestaria que incluye los impuestos al consumo y al trabajo (véase apéndice 1). Los impuestos al consumo elevan su gasto y el impuesto a los ingresos reduce las entradas provenientes del trabajo.

$$\underbrace{\underbrace{(1+t^c)P_t C_t^o(i)}_{\text{consumo}} + \underbrace{SX_t B_t^{o*}(i) + \frac{D_{t+1}^{(l)}}{R_t}}_{\text{pago de deuda}}}_{\text{Gastos}}$$

$$\leq \underbrace{(1-t^w)W_t(i)L_t^o(i)}_{\text{trabajo}} + \underbrace{\frac{D_t^o}{\text{dividendos}} + B_t^o(i)}_{\text{Ingresos}} + \underbrace{\frac{B_{t+1}^{o*}(i)}{\left(\Phi\left(\frac{B_{t+1}^{o*}}{PIB_t}\right)R_t^*\right)}}_{\text{deuda}} \quad (1)$$

Tanto los depósitos de los intermediarios y la deuda del gobierno son bonos de un periodo que pagan el retorno nominal  $R_t$  de  $t$  a  $t+1$ .  $B_{t+1}$  es la cantidad total de deuda de corto plazo que las familias adquieren,  $W_t$  es el salario real,  $D_t$  son dividendos,  $\Phi(B_{t+1}^{o*}/PIB_t)$  es la prima por riesgo país,  $SX_t$  es el tipo de cambio nominal,  $B_{t+1}^{o*}$  son activos internacionales netos,  $R_t^*$  es la tasa de interés nominal externa.

Las familias restringidas están sujetas a la siguiente restricción presupuestaria [en Chile la mayoría de los trabajadores está exento al impuesto a los ingresos, por eso se omite de la ecuación (2) los impuestos a los salarios].

$$\underbrace{(1+t^c)P_t C_t^R(i)}_{\text{consumo}} = \underbrace{W_t(i)L_t^R(i)}_{\text{ingresos laborales}} \quad (2)$$

*Empresas.* La producción de bienes intermedios y de cobre, la principal materia prima de exportación de la economía chilena, se hace por empresas que demandan diferentes insumos en la economía: capital, trabajo, importaciones y energía. Sólo por motivos de simplicidad se supone que la producción de capital se realiza en forma separada de la producción de estos dos sectores. Así, se puede pensar que las empresas separan en plantas su producción, un tipo de planta produce bienes intermedios y otro tipo de planta produce bienes de capital para ese sector. De la misma forma, el sector cobre de la economía está separado por plantas que producen el cobre y otras industrias que producen el capital específico para este sector.

El equilibrio general de la economía funciona de esta manera: las empresas de servicios intermedios producen bienes para el consumo, el gasto del gobierno la inversión no cobre y cobre. En cambio, el sector cobre produce sólo para el sector externo.

Suponemos que tanto las empresas que producen bienes intermedios en la economía como las que producen cobre son empresas competitivas. Por tanto, los impuestos a los beneficios  $t_t^u$  de estas empresas no tienen efectos en la demandas por insumos ni tampoco efectos fiscales. Así, los impuestos a las utilidades básicamente afectan a los fondos que quedan libres para la inversión en ambos sectores. Si bien ésta es una gran simplificación del sistema tributario y su recaudación, permite concentrarnos en los efectos de los impuestos sobre la inversión.

La ecuación (3), expresada en términos reales a diferencia de las ecuaciones (1) y (2), muestra los beneficios por periodo de las empresas que producen el capital, tanto para las empresas de bienes de capital como de cobre. Por tanto, los beneficios brutos son  $(Q_t - 1)I_t$  menos los impuestos  $t_t^u Q_t I_t$  y los costos (cuadráticos) de ajuste de la inversión  $f(I_t/I_{t-1})I_t$ .

$$\underbrace{(Q_t^j - 1)I_t^j}_{\text{beneficios brutos de invertir}} - \underbrace{t_t^u Q_t^j I_t^j}_{\text{impuestos}} - \underbrace{f\left(\frac{I_t^j}{I_{t-1}^j}\right)I_t^j}_{\text{costos de ajustes}} \quad j = \text{cobre, no cobre} \quad (3)$$

*Gobierno.* La regla fiscal establece que el gasto depende de los ingresos estructurales  $IT$ , más un ajuste por exceso de deuda pública. En otras pala-

bras, si esta deuda es consistente con su valor de largo plazo  $B^{G*}$ , entonces el valor del gasto fiscal es igual a los ingresos estructurales  $IT$ .

$$P_t G_t = \left( \frac{B_t^{G*}}{B^{G*}} \right)^{-\phi^G} IT \quad (4)$$

La restricción presupuestaria del gobierno, que incluye todos los ingresos de los impuestos más las transferencias del cobre  $\gamma^{cu} SX_t P_t^{cu} QCU_t$ , es:

$$\begin{aligned} & \underbrace{\underbrace{B_t^G}_{\text{pago deuda pública}} + \underbrace{P_t G_t}_{\text{Gasto en bienes y servicios}}}_{\text{Gastos}} \\ &= \underbrace{t^c P_t C_t + t^u P_t I_t + t^u P_t I_t^{cu} + t^w N_t}_{\text{impuestos}} + \underbrace{\frac{B_{t+1}^G}{R_t}}_{\text{deuda pública}} + \underbrace{\gamma^{cu} SX_t P_t^{cu} QCU_t}_{\text{aporte cobre}} \end{aligned} \quad (5)$$

$\underbrace{\hspace{15em}}_{\text{Ingresos}}$

donde  $B_t^G$  es la deuda del gobierno y  $\gamma^{cu}$  es el porcentaje del valor total de las exportaciones del cobre que son del gobierno.

### 1. Simulación de la reforma tributaria a distintos plazos

Una vez calibrados y estimados los parámetros del modelo (véase más adelante) se realizan proyecciones condicionales a diferentes trayectorias futuras en los impuestos a las utilidades para el sector productor de capital y para el sector de bienes intermedios.<sup>7</sup> Familias y empresas conocen con antelación estas trayectorias, y dada esta información, ellos deciden sus planes óptimos de consumo, producción, inversión, fijación de precios, salarios, etc. En esta simulación, ningún otro *shock* es permitido que ocurra en el futuro.

La simulación supone que, una vez que las familias y empresas incorporan la nueva información (*news*) dentro de sus planes de optimización, los impuestos de estado estacionario corresponden a las nuevas tasas de impuestos. En otras palabras, la economía debe transitar desde un equilibrio de corto plazo de bajos impuestos (situación actual) a un equilibrio de largo plazo de altos impuestos.<sup>8</sup> Paradójicamente, la simulación que se hace en

<sup>7</sup> El caso de la reforma chilena fue básicamente un aumento avisado del impuesto a las utilidades, por eso no se profundiza en el análisis en el impuesto al consumo.

<sup>8</sup> En el cuadro 1, donde se muestra el nuevo equilibrio con una tasa más alta a las utilidades, se puede

este artículo equivale a una caída de los impuestos, en los periodos previos (trimestre y años) al momento en que se concreta el aumento definitivo de impuestos (conocido por los agentes).

## 2. Demostración del efecto sustitución

De la ecuación (A11) del apéndice, que es la versión dinámica de la ecuación (3), se obtiene la condición de primer orden, la cual establece que se invierte hasta el punto que los beneficios netos de impuestos igualan a los costos marginales.

$$\underbrace{Q_t(1-t_t'')}_{\text{beneficio marginal}} = \underbrace{\left(1 + \underbrace{f(\Xi_t) + \Xi_t f'(\Xi_t) - \beta \Lambda_{t,t+1} \Xi_{t+1}^2 f'(\Xi_{t+1})}_{\text{costos de ajustes}}\right)}_{\text{costo marginal}}$$

donde  $\Xi_t = I_t/I_{t-1}$ ,  $\beta \Lambda_{t,t+1}$  es la tasa estocástica de descuento y  $f(\Xi_t)$  son los costos cuadráticos de invertir, que en estado estacionario cumple con  $f(1) = f'(1) = 0$ .

La condición de primer orden en estado estacionario es  $Q = 1/(1-t'')$ , por tanto, si los impuestos aumentan en forma permanente en el futuro, entonces el requerimiento del beneficio marginal necesario para igualar el costo marginal debe ser más alto. Este requerimiento más estricto hace que la inversión deba ser menor.

Si dividimos ambas condiciones de primer orden, la versión dinámica y la versión del estado estacionario, tendremos:

$$\frac{Q_t}{Q} = \tilde{Q}_t = \frac{(1-t'')}{(1-t_t'')} \left(1 + f(\Xi_t) + \Xi_t f'(\Xi_t) - \beta \Lambda_{t,t+1} \Xi_{t+1}^2 f'(\Xi_{t+1})\right)$$

Un cambio permanente futuro de los impuestos significa que  $t''$  sube, pero  $t_t''$  se mantiene constante. Por tanto, la razón  $(1-t'')/(1-t_t'')$  debe caer. Si  $\tilde{Q}_t$  cae en la misma proporción, entonces los costos marginales se deben mantener constantes y por tanto  $\Xi_{t+1}$  debe aumentar, lo que es una contradicción; el valor de estado estacionario de la inversión tiende a bajar y no a subir.

observar que se obtiene una tasa de inversión más baja. No obstante, se debe hacer notar que los efectos de los mayores impuestos en esta tasa de inversión no es mecánica, como se puede deducir del modelo, puesto que los ingresos de la reforma pueden afectar positivamente esa razón (inversión en educación). Sin embargo, este tema de investigación excede los objetivos del artículo que se concentra en los efectos de corto plazo.

Entonces,  $\tilde{Q}_t$  debe caer en una proporción menor que  $(1-t'')/(1-t_t'')$ ; para que ocurra esto, los costos marginales deben subir, efecto que ocurre si y sólo si  $\Xi_{t+1}$  cae, generando la sustitución marginal de la inversión.

De esta manera, es importante comparar este procedimiento de solución con el implementado por Yang (2005). A diferencia de nuestro estudio, Yang (2005) supone que los *shocks* a los impuestos son transitorios. Por tanto, el estado estacionario del modelo no cambia y, por ende, no se transita desde una situación de bajos a altos impuestos. En otras palabras, el efecto sustitución encontrado en nuestro estudio no está presente en el de Yang (2005) y, por tanto, en su modelo sólo tienen el efecto negativo de la riqueza, con lo cual un aumento de impuestos transitorio en su modelo hace caer la inversión en el momento en que se sabe que los impuestos subirán.

### 3. Limitaciones del modelo

Debemos hacer notar que el foco del análisis del artículo es el efecto de un aumento de impuesto a las utilidades. No se investigan los efectos del mayor gasto fiscal sobre la economía. En efecto, primero, si los ingresos de la reforma son invertidos en capital humano (educación), como es uno de los objetivos principales de la reforma chilena, podría existir un fuerte efecto sobre la productividad futura y por tanto sobre el crecimiento potencial de la economía chilena. Sin embargo, ese análisis necesita otro tipo de modelo que explícitamente considere los cambios en el crecimiento económico en el largo plazo. Ese análisis, si bien fundamental para la economía chilena, escapa de los objetivos de este estudio.

Segundo, nuestro modelo es uno estándar para el análisis macro y no considera el valor que pueden tener las transferencias en las funciones de utilidad. En el modelo la forma en que el mayor gasto afecta a los trabajadores en el corto plazo es el siguiente: un aumento del gasto eleva la producción por la rigidez de precios y con ello el empleo. Así, el resultado es un aumento del consumo de los agentes restringidos. Una alternativa que no se considera en este estudio hubiera sido transferir directamente el aumento del gasto a los trabajadores. Sin embargo, ninguna de estas alternativas produce en nuestro modelo efectos importantes en el corto plazo, porque nosotros suponemos que está funcionando todo el tiempo una regla fiscal acíclica que distribuye paulatinamente los recursos del gobierno durante los trimestres. Este supuesto de modelación, creemos, es consistente con el

espíritu de la reforma tributaria chilena de usar paulatinamente los nuevos recursos en los años venideros.

Tercero, es importante notar también que sólo por simplicidad el foco del análisis en nuestro modelo es el empleo agregado y no resaltamos efectos sectoriales de ningún tipo, que potencialmente pueden tener efectos importantes.

## II. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO DSGE

### 1. Estimaciones<sup>9</sup>

En términos generales, el modelo macro DSGE se estima con econometría bayesiana, por lo cual se deben establecer *priors* sobre la distribución de los parámetros (valores *priors*) y luego, mediante técnicas econométricas estándares (máxima verosimilitud) y réplicas (simulación), se obtienen las distribuciones de los posteriores o estimaciones finales. Los *priors* de los parámetros estimados fueron tomados de la literatura tradicional de modelos macros (García y González, 2014).<sup>10</sup> Para asegurarse de la calidad de las estimaciones, se realizan dos estimaciones independientes con un número alto de réplicas y se observa que en ambas la distribución de los parámetros converjan a valores similares (véase inciso 2 del apéndice).

La estrategia de estimación y simulación del modelo macro consideró tres partes. Una primera parte, en que se calibran aquellos parámetros relacionados con el estado estacionario; una segunda parte, en que se estiman sólo los parámetros relacionados con la dinámica del modelo, es decir, cómo el modelo converge al estado estacionario después de un *shock*. En esta parte, dado que la muestra para la estimación es trimestral desde 2003.1 a 2013.4, y por tanto no hay cambios importantes en las tasas de impuesto, se supuso que todos los impuestos se mantenían constantes. Y en la tercera parte, una vez estimado el modelo, se supusieron diferentes trayectorias futuras para los impuestos a las utilidades y se computaron las respuestas de las diferentes variables macroeconómicas.

En la calibración se replicó el estado estacionario o equilibrio de largo plazo de la economía chilena, medido, por ejemplo, por la razones, como consumo al PIB, inversión al PIB o gasto del gobierno al PIB, entre otras.

<sup>9</sup> Smets y Wouters (2007), y Dejong y Dave (2011).

<sup>10</sup> Los posteriores resultantes fueron obtenidos usando el algoritmo de Metropolis-Hastings. Se usaron 105 simulaciones y cuatro cadenas de Markov como se sugiere en Del Negro y Schorfheide (2011), y An y Schorfheide (2007).

En definitiva, la calibración del modelo DSGE produce el siguiente estado estacionario o equilibrio de largo plazo para la economía chilena, que es coherente con la información que se dispone del Banco Central de Chile (véase el cuadro 1).<sup>11</sup>

CUADRO 1. *Estado estacionario del modelo DSGE para realizar las estimaciones y simulaciones<sup>a</sup>*

Estado estacionario	Razón sobre PIB	
	Datos reales	Simulación
Consumo	0.62	0.64
Inversión intermedios	0.18	0.15
Inversión cobre	0.04	0.04
Gasto de gobierno	0.10	0.10
Exportaciones intermedios	0.24	0.24
Importaciones insumos	0.38	0.38
Importaciones combustibles	0.03	0.03
PIB cobre	0.14	0.14
Carga tributaria	0.21	0.23

FUENTE: cálculo de los autores con base en el modelo macro DSGE.

<sup>a</sup> El Estado estacionario de la simulación es con una tasa de impuesto más elevada de 10% para el sector minero.

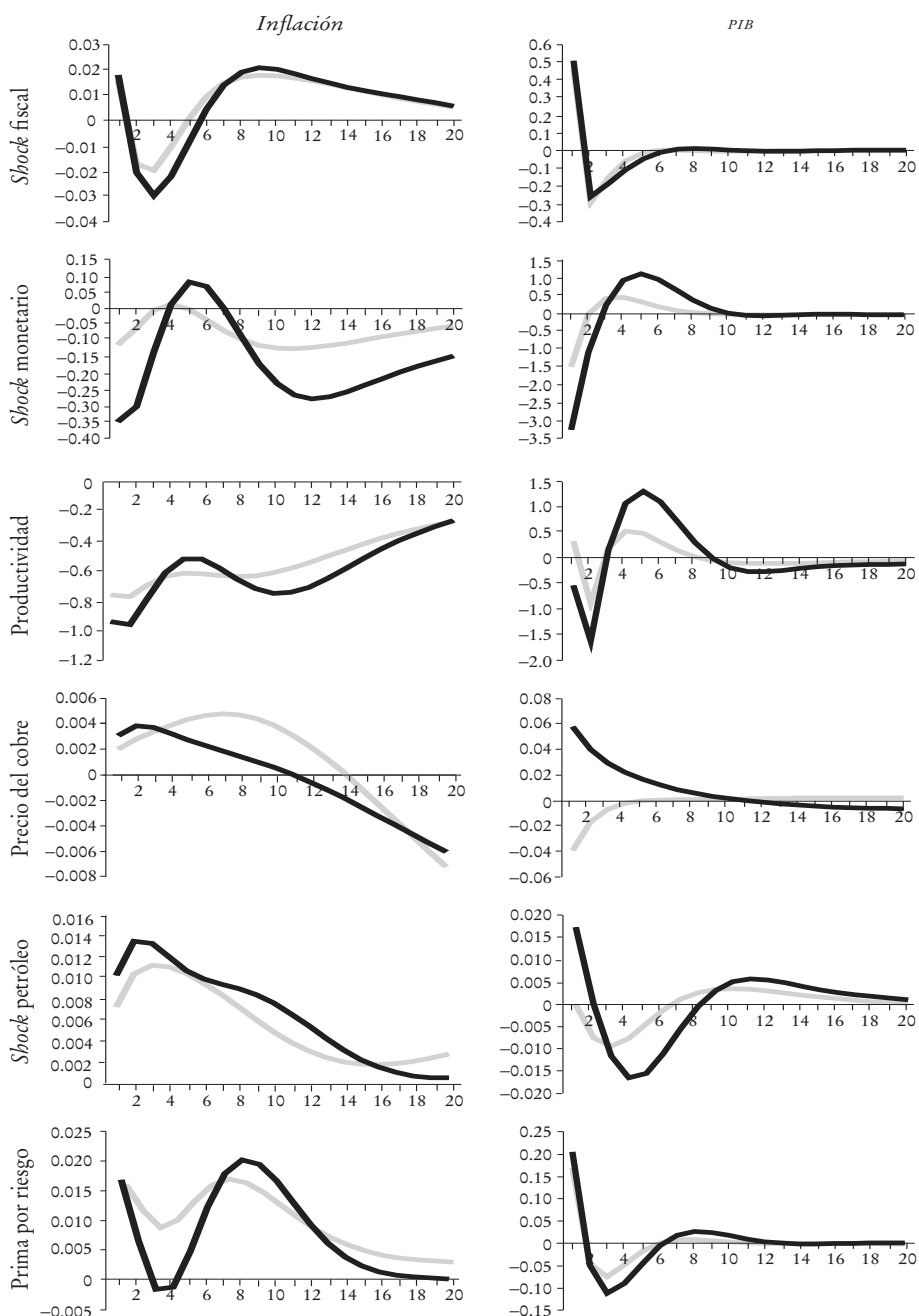
Las estimaciones en detalle de los parámetros se presentan en la subsección 2 del apéndice. La información de las estimaciones se resume en los impulsos-respuestas a *shocks* tradicionales. Los *shocks*<sup>12</sup> son los siguientes: fiscal (aumento del gasto público), monetario (aumento de la tasa de interés), productividad al sector intermedio, precio del cobre, precio del petróleo y premio por riesgo al tipo de cambio. En general, los *shocks* muestran las formas esperadas por la literatura de modelos DSGE, aunque reflejan una particularidad estructural de la economía chilena: la forma como se hace política monetaria. La gráfica 1 muestra las respuestas de cuatro variables (inflación, PIB, tipo de cambio real y tasa de interés) para estos diferentes *shocks* respecto a dos escenarios diferentes: las líneas negras son las respuestas de las cuatro variables en cuestión obtenidas del modelo DSGE que se explica en la subsección 1 del apéndice y cuyos parámetros se muestran en la cuadro A1 del apéndice. Esta estimación produce una persistencia muy alta de la tasa de interés en la regla monetaria de 0.92. A este modelo lo llamamos “base”. En cambio, las líneas grises es el mismo modelo DSGE, pero

<sup>11</sup> Los detalles de la calibración del sector minero se encuentran en Fuentes y García (2014).

<sup>12</sup> Los impulsos-respuestas se miden como variaciones trimestre a trimestre y corresponden a las medias de las estimaciones posteriores con 105 simulaciones y cuatro cadenas de Markov.



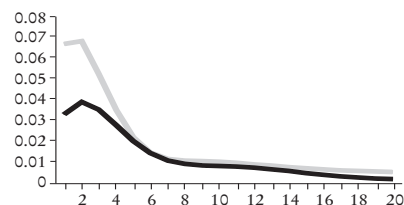
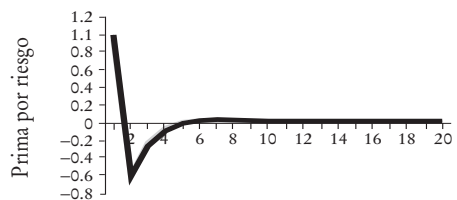
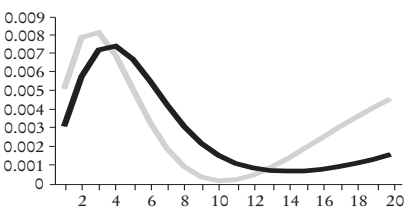
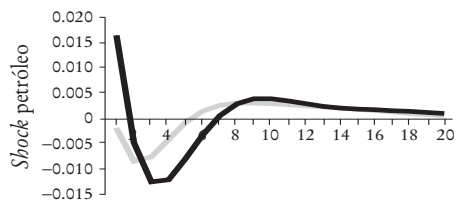
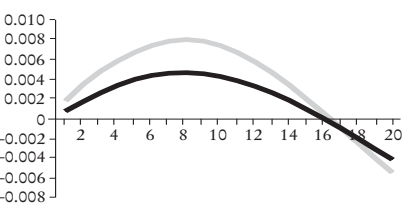
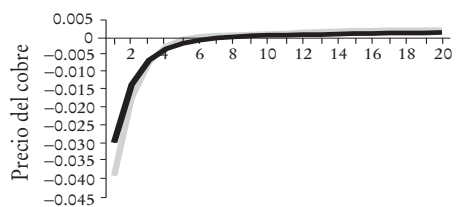
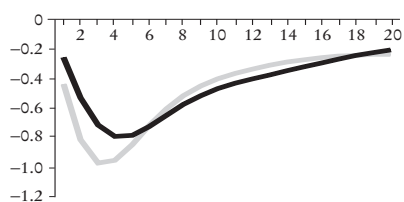
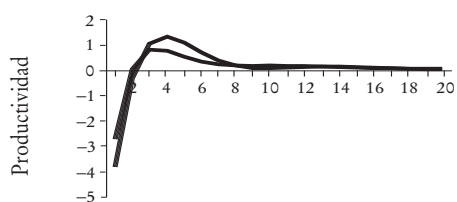
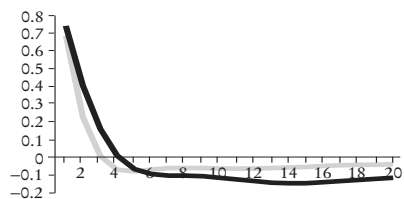
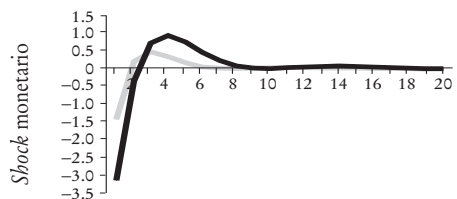
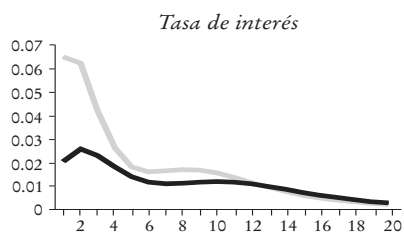
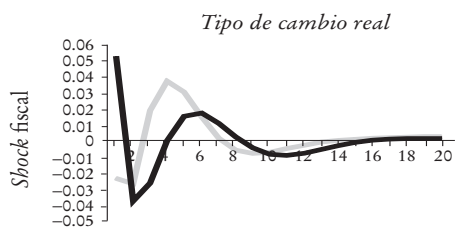
GRÁFICA 1. *Impulso-respuestas de variables*



FUENTE: elaboración de los autores con base en el modelo DSGE.

<sup>a</sup> Línea negra coeficiente de rezago regla monetaria 0.92, línea gris coeficiente de rezago regla mone

clave a diferentes shocks modelo DSGE<sup>a</sup>



estimado con el supuesto o restricción de que la persistencia de la tasa de interés en la regla monetaria es 0.7 (véase el apéndice), un valor muy estándar en la literatura de reglas monetarias.<sup>13</sup> A este segundo modelo lo llamamos “restringido”. En términos del ajuste de ambos modelos a los datos, el primer modelo es mejor que el segundo.<sup>14</sup>

En el modelo DSGE base, el *shock* monetario es el más estándar, éste es contractivo con una depreciación real. El *shock* del precio del cobre es también el esperado, éste es expansivo con una apreciación real. El *shock* de prima por riesgo está en línea con los resultados obtenidos por García y González (2013, 2014): éste produce más inflación y una expansión del PIB por el aumento de las exportaciones.

Las particularidades se encuentran con los otros tres casos al comienzo del *shock*. La alta persistencia que se ha observado en la regla de política del banco central y que captura el modelo base, hace que la tasa de interés no responda tanto a los cambios de inflación, PIB y tipo de cambio en los primeros dos a tres trimestres. Como resultado, en el *shock* fiscal, en vez de producirse una apreciación inicial, se origina una depreciación en los primeros trimestres. Por otro lado, en el caso del *shock* del precio del petróleo, la fuerte depreciación inicial eleva las exportaciones y con ello el PIB. Como se puede observar, al pasar los trimestres, el *shock* fiscal produce una fuerte apreciación y el precio del petróleo ocasiona que el PIB caiga fuertemente.

El *shock* más complejo es el de productividad. Entonces, hay que notar que la contracción inicial del PIB se da por un efecto aparentemente contraintuitivo. Este efecto fue analizado en detalle por Galí (1999) en modelos DSGE con precios rígidos. Al respecto, Galí (1999) muestra que en un modelo donde algunos precios son rígidos, un *shock* de productividad que origina un aumento de los salarios reales sube los costos marginales y, por tanto, reduce el empleo. Por esta razón, Galí (1999) propone que frente a un *shock* de productividad, el banco central debe bajar fuertemente la tasa de interés para compensar este efecto. Como resultado, la alta persistencia observada en la tasa de interés en la economía chilena hace que este efecto analizado por Galí (1999) sea aún más fuerte, acentuada la caída del PIB, comparado con el caso del modelo restringido.

<sup>13</sup> En general los otros parámetros son los estándares encontrados para modelos DSGE estimados en economías pequeñas y abiertas (véase en detalle García y González, 2014).

<sup>14</sup> Seguimos el criterio de Kass y Raftery (1995). Si la diferencia del factor de Bayes (multiplicada por dos) es superior a 10, entonces existe fuerte evidencia de que los modelos son diferentes; en nuestro caso esa diferencia es de 90.

En resumen, si bien existen algunas particularidades en los impulsos-respuesta en el muy corto plazo (dos a tres trimestres), producto de la alta persistencia de la tasa de interés, en el mediano plazo los *shocks* producen los efectos esperados.

### III. RESULTADOS

Una vez que estamos seguros de que las estimaciones del modelo son razonables, en el sentido de que los parámetros tanto estimados como calibrados simulan relativamente bien el estado estacionario y el ciclo financiero de la economía chilena, la siguiente etapa es hacer las proyecciones condicionales para medir el impacto de la reforma tributaria.

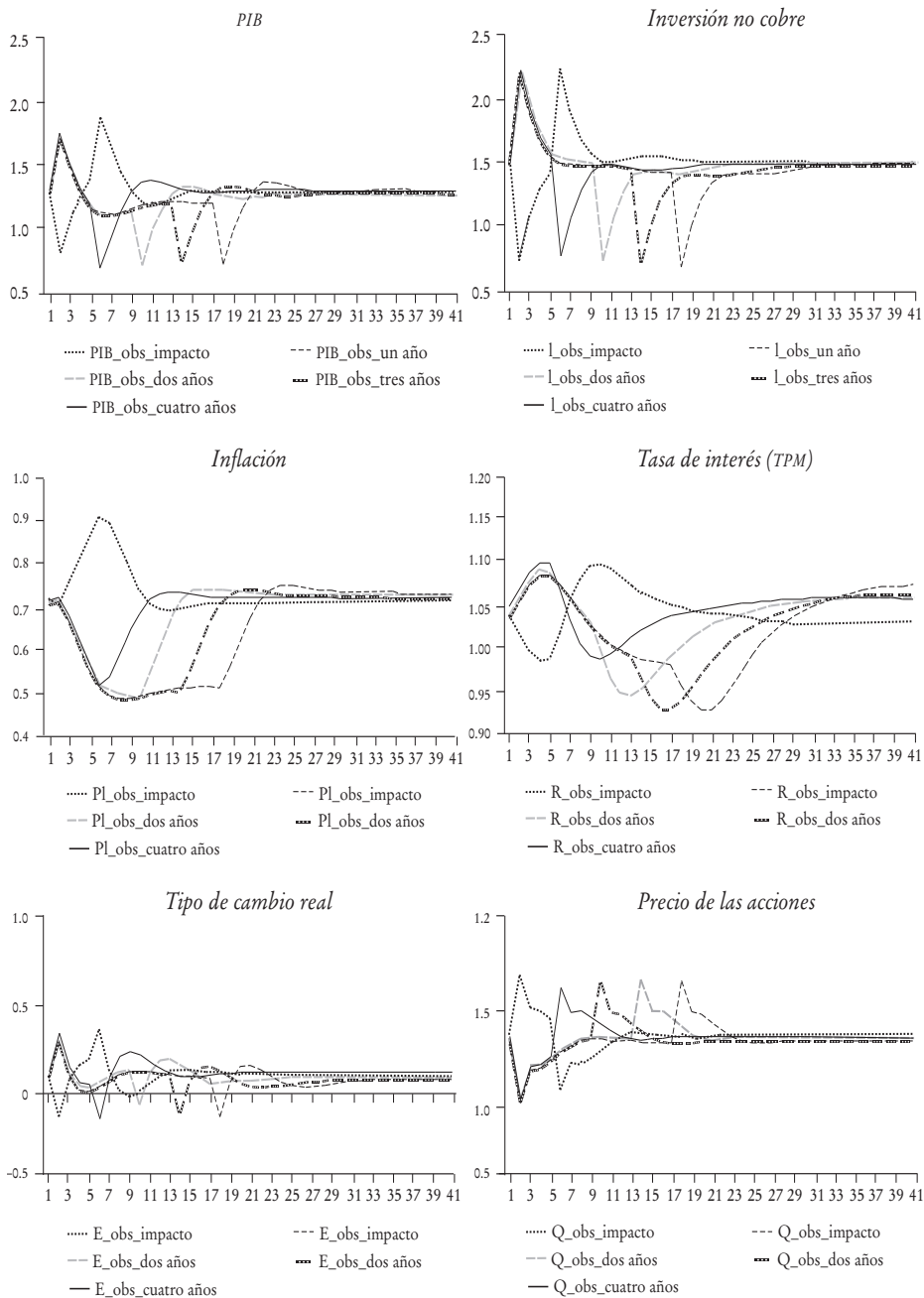
La gráfica 2 muestra las respuestas de variables macroeconómicas, considerando diferentes supuestos sobre el momento en que se hace efectivo el aumento de impuestos.<sup>15</sup> Las variables macroeconómicas que analizamos son inflación, tasa de política monetaria (TPM), precio de las acciones, inversión privada no cobre, PIB y tipo de cambio real, todas las variables medidas como cambios porcentuales trimestrales, excepto la TPM que ya es la tasa trimestral. A modo de ejemplo, el crecimiento del PIB trimestral reacciona muy diferente si el aumento es inmediato (PIB\_obs\_tu\_impacto), si se posterga un año (PIB\_obs\_tu\_un año), dos años (PIB\_obs\_tu\_dos años), etc. El principal supuesto de la gráfica es que la tasa de impuestos permanece 1% por debajo del nuevo valor de estado estacionario. Por ejemplo, si posterga por un año, entonces cada trimestre de ese año la tasa de impuesto estará 1% por debajo.

La principal conclusión es que, suponiendo que las familias y empresas incorporan la nueva información o *news* dentro de sus planes óptimos, el comportamiento entre un aumento inmediato *vs.* un aumento que ocurre varios años después es completamente opuesto. En efecto, un aumento de 1% de los impuestos es contractivo, pero sólo en el caso de que el aumento de los impuestos sea inesperado e inmediato. Por el contrario, si la reforma es avisada, como ocurre con la reforma del 2014, el efecto es claramente expansivo: aumenta la inversión, el PIB y la inflación. La tasa de interés (TPM) debe subir para frenar la inflación.

Sin embargo, el tipo de cambio real sube y el precio de las acciones cae

<sup>15</sup> Los ejercicios de simulación miden por definición el modelo con y sin reforma tributaria. Por tanto, y puesto que el modelo es lineal, para obtener proyecciones más estándares se deben sumar los resultados de las simulaciones a cualquier proyección de la economía previa a la reforma.

GRÁFICA 2. *Proyecciones condicionales de un aumento (1%) de los impuestos a las utilidades: modelo DSGE*



FUENTE: elaboración de los autores con base en el modelo DSGE.

como si las *news* fueran asociadas a un *shock* negativo. Esto es porque estos precios relativos son el resultado en el modelo del valor presente de la situación completa de la economía en el futuro. En efecto, si bien el aviso de una reforma tributaria produce una distribución a lo largo del tiempo (efecto intertemporal) de los recursos hacia los periodos más recientes, ésta no deja de ser un *shock* negativo para la economía (efecto riqueza). Esto es así porque si consideramos todos los periodos, se tiene que, en su mayor parte, suben los impuestos a pesar de la tasa de descuento para penalizar los periodos más lejanos.<sup>16</sup>

Con el objetivo de cuantificar el ejercicio de la gráfica 2, se observa que el impacto es más fuerte en los primeros trimestres. Esto es independiente del horizonte en que se concretará el aumento final de impuestos. Al respecto, nuestros cálculos indican que en el primer año, descontando por el crecimiento trimestral de tendencia estimado por el modelo (1.3%), el crecimiento trimestral adicional del PIB será en promedio de 0.17. En consecuencia, si en promedio los impuestos siempre están 1% por debajo del estado estacionario en este primer año, entonces la elasticidad unitaria es de 0.17.

Por otra parte, es importante aclarar que los efectos que medimos en este estudio por un aumento de impuestos en un *shock* negativo son limitados a corto plazo. A modo de ejemplo, se omiten otros importantes efectos positivos (efectos riqueza) asociados a la inversión en capital humano (objetivo final de la reforma de 2014) y, por tanto, las ganancias de productividad en el largo plazo de los recursos recolectados por el Estado en la reforma. Tampoco se consideran los efectos distributivos de largo plazo del aumento de impuestos (Piketty, 2014).

Por último, el efecto negativo sobre la economía aparece de todas maneras y depende del horizonte en que los impuestos suben definitivamente. Mientras más lejos esté ese momento, más tardará en producirse el efecto contractivo del aumento de impuestos.

### 1. *Caída de la actividad con aumentos futuros de impuestos*

No obstante, aún es posible que el efecto sustitución del aumento de impuestos produzca un efecto contemporáneo negativo. Una reforma tributaria va

<sup>16</sup> Por otro lado, puesto que el modelo se ha linealizado para poder ser estimado, se han omitido los efectos negativos sobre el bienestar relacionados con la distorsión intertemporal que produce la reforma al ser las familias adversas al riesgo.

más allá del solo aumento de impuestos. Si bien en términos “puros” la reforma tributaria de 2014 debiera ser expansiva, como se demostró más arriba, en términos reales un aumento de impuestos está asociado a elementos tan diversos como la claridad de la reforma por parte del gobierno, al grado de virulencia de la discusiones en el Congreso y su influencia, a las expectativas de los empresarios, la incertidumbre de nuevas alzas de impuestos, etcétera.

Sin duda, son muchos los elementos que puede producir un efecto negativo desde el mismo momento que se avisa la reforma tributaria y que podría sobrepasar el efecto expansivo del intertemporal que hemos analizado antes. De hecho, la economía chilena de 2014, en vez de experimentar un aumento de la inversión y el crecimiento del PIB, experimentó una fuerte desaceleración a septiembre de 2014. Esta desaceleración no se ha presentado como en otros episodios por un desmejoramiento del escenario externo (Banco Central de Chile, 2014), sino directamente por un empeoramiento de las expectativas de familias y empresas.

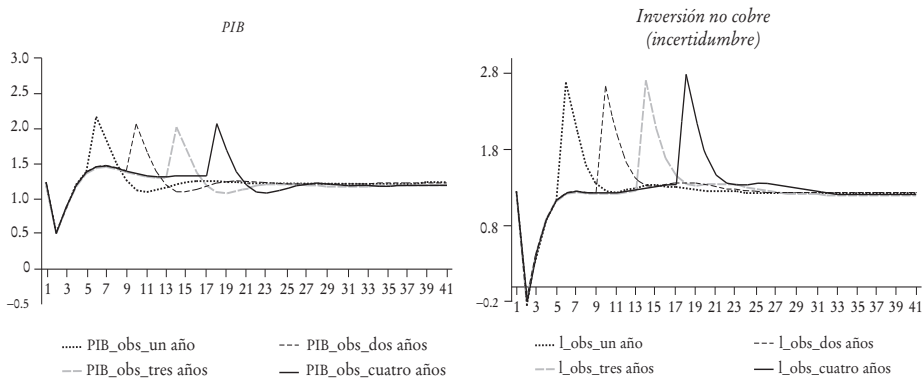
Al respecto, suponemos, para ilustrar el punto anterior, que las expectativas de los productores de capital para los bienes intermedios son afectadas negativamente por una variable que es proporcional a los impuestos. En otras palabras, si bien la reforma tributaria produce una caída de los impuestos presentes respecto del futuro, los inversionistas de este sector esperan un peor escenario desde el mismo momento en que se avisa la reforma.

La gráfica 3 muestra que el efecto sustitución mencionado en la sección anterior puede ser más que compensado si las expectativas empeoran lo suficiente como para que la inversión caiga en el mismo momento del anuncio. En otras palabras, se compensa o interfiere el efecto sustitución, que sería una respuesta óptima dada la trayectoria de los impuestos y ausencia de otros elementos, por un efecto negativo instantáneo en las expectativas.

Por otra parte, es importante dejar claro que este último análisis sobre los efectos de la incertidumbre<sup>17</sup> es sólo una aproximación. Como bien establecen García *et al.* (2011), una forma adecuada para incluir incertidumbre en un modelo de este tamaño para analizar política fiscal es mediante una aproximación de segundo orden. Sin embargo, el problema radica en que la estimación bayesiana del modelo se torna demasiado compleja si se realiza una aproximación de segundo orden al modelo. Mejoramientos a esta limitación se dejan para ser desarrollados en futuras investigaciones.

<sup>17</sup> Carrière-Swallow y Céspedes (2013) hacen un análisis de los efectos de la incertidumbre en las economías emergentes. Un análisis de equilibrio parcial se encuentra en Bustos *et al.* (2004).

GRÁFICA 2. *Proyecciones condicionales de un aumento (1%) de los impuestos a las utilidades: modelo DSGE con shock negativo sobre las expectativas de inversión*



FUENTE: elaboración de los autores con base en el modelo DSGE.

## CONCLUSIONES

La reforma tributaria chilena de 2014 es un interesante experimento de política económica para analizar los efectos macroeconómicos de un aumento muy paulatino (en fases) de los impuestos *vs.* un aumento inmediato a un sector específico de la economía. Al respecto, en este estudio desarrollamos y estimamos un modelo estructural de equilibrio general para medir dicho impacto. Esto nos permite evitar las críticas sobre los problemas de incorporar nueva información (*news*) en modelos econométricos estándar (regresiones de una sola ecuación o modelos VAR).

La simulación de una reforma tributaria en fase se hizo con una proyección condicionada del modelo. En otras palabras, se suponen trayectorias para los impuestos conocidas por las familias y empresas. Con esa información, los agentes económicos cambian sus planes óptimos de consumo, inversión, fijación de precios, etc. Nuestro principal resultado es que la reforma tributaria en fases debiera producir dos efectos: uno, sustitución que impulsa a las empresas a adelantar inversión y con ello debiera aumentar el PIB y la inflación. La reacción del banco central debiera consistir en subir la tasa de interés. El otro efecto es una riqueza que es negativa y que reduce el precio de las acciones y aumenta el tipo de cambio. En el ejemplo que consideramos, la reforma chilena, un aumento avisado de los impuestos de 1%, produce un aumento de corto plazo del PIB de 0.17%.

No obstante estas estimaciones, se debe reconocer que una reforma tri-



butaria va más allá del solo aumento futuro de los impuestos. Ésta incluye elementos tan heterogéneos como la claridad de la reforma por parte del gobierno, al grado de virulencia de las discusiones en el Congreso y su influencia en las expectativas de los empresarios, la incertidumbre de nuevas alzas de impuestos, etc. Demostramos que si estos otros elementos están presentes, el efecto sustitución discutido en este estudio puede ser más que compensado si las expectativas empeoran lo suficiente como para que la inversión caiga el mismo momento del anuncio de la reforma.

## APÉNDICE

### 1. *Modelo DSGE*

El modelo DSGE en términos generales está en las líneas propuestas por Christiano, Eichenbaum y Evans (2005). Galí *et al.* (2007), y Smets y Wouters (2007). Sin embargo, incorpora, además del petróleo y el cobre, la energía eléctrica como insumos productivos. Similares modelos para la economía chilena con énfasis en la política fiscal se encuentran en Céspedes *et al.* (2010) y García *et al.* (2011).

*Hogares.* Respecto a los hogares, hay un continuo de familias de tamaño unitario, indexadas por  $i \in [0, 1]$ . En el modelo existen dos tipos de familias: una fracción  $(1 - \lambda_c)$  son las familias ricardianas que tienen acceso al mercado de capitales y una fracción  $\lambda_c$  son las familias restringidas, cuyos ingresos dependen únicamente de su salario laboral. Las preferencias de las familias ricardianas están dadas por (A1) donde  $C_t^o$  es el consumo y  $L_t^o$  es la oferta laboral de la familia:

$$\max_{\{C_{t+k}^o(i), L_{t+k}^o(i), B_{t+k}^o(i), B_{t+k}^{o*}(i)\}_{k=0}^{\infty}} E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left( \frac{(C_{t+k}^o(i) - bC_{t+k-1}^o(i))^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{t+k}^o(i)^{1+\rho_L}}{1+\rho_L} \right) \quad (A1)$$

El coeficiente  $\sigma > 0$  mide la aversión al riesgo y  $\rho_L$  mide la desutilidad de trabajar; el inverso de este parámetro es también el inverso en la elasticidad de las horas trabajadas al salario real.  $b$  mide la formación de hábito para captar la dinámica del consumo. Para modelar mejor la dinámica del consumo se adicionó en forma *ad hoc* los ingresos laborales esperados en la ecuación de Euler de los optimizadores.

De esta manera, hacemos notar que esta función de utilidad supone la existencia de un efecto riqueza para la oferta de trabajo. Así, existe una forma alternativa para la función de utilidad (llamada GHH) donde ese efecto se omite. También, existen varios artículos para economías pequeñas y abiertas que usan esa función de utilidad GHH (véase Correia *et al.*, 1995). Al respecto, preferimos usar una función separable entre

consumo y trabajo por dos consideraciones: *i)* García y González (2013) encuentran que, para un conjunto de economía emergente y en particular para Chile, una función separable con agentes restringidos tiene un mejor posterior *odd* que el mismo modelo con función de utilidad GHH en un modelo similar al de este artículo con una muestra también parecida. *ii)* La incorporación de agentes restringidos, además de romper la equivalencia ricardiana, nos permite generar la volatilidad necesaria observada en las economías emergentes que podría generar la función GHH.

La restricción presupuestaria, explicada en detalle en la sección III, de las familias no restringidas, está dada por:

$$(1+t^c)P_{t+k}C_{t+k}^o \leq (1-t^w)W_{t+k}(i) L_{t+k}^o + B_{t+k}^o - SX_{t+k} B_{t+k}^{o*} + D_{t+k}^o - R_{t+k}^{-1} B_{t+k+1}^o + \left( \Phi \left( \frac{B_{t+k+1}^{o*}}{PIB_{t+k}} \right) R_{t+k}^* \right)^{-1} B_{t+k+1}^{o*}(i) \quad (A2)$$

Las familias restringidas están sujetas a la siguiente restricción presupuestaria (exenta de impuestos a los ingresos):

$$(1+t^c)P_{t+k}C_{t+k}^R = W_{t+k}(i)L_{t+k}^R(i) \quad (A3)$$

*Intermediarios financieros.* Éstos prestan fondos  $S_{jt}$  obtenidos de las familias a las firmas no financieras. Estos fondos provienen de la riqueza propia  $N_{jt}$  y los fondos obtenidos de las familias  $B_{jt}$ .

$$Q_t S_{jt} = N_{jt} + B_{jt} \quad (A4)$$

La riqueza financiera evoluciona por el *spread* entre la tasa de mercado  $R_{Ft+1}$  que tienen los productores de capital y la de política monetaria  $R_{t+1}$ , que también es la efectiva para las familias.

$$N_{jt+1} = (R_{Ft+1} - R_{t+1})Q_t S_{jt} + R_{t+1}N_{jt} \quad (A5)$$

El objetivo del intermediario financiero es maximizar su riqueza esperada, dada por:

$$V_{jk} = \max_{\{N_{jt+k+1}\}_{k=0}^{\infty}} E_t \sum_{k=0}^{\infty} (1-\theta)\theta^k \Lambda_{t,t+k+1+i} \left[ (R_{Ft+k+1} - R_{t+k+1}) Q_{t+k} S_{jt+k} + R_{t+k+1} N_{jt+k} \right] \quad (A6)$$

donde  $\Lambda_{t,t+k}$  es el factor estocástico de descuento. Gertler y Kiyotaki (2010) introducen riesgo moral al problema (A6), demostrando que en términos agregados:

$$Q_t S_t = \phi_t N_t \quad (\text{A7})$$

La ecuación (A7) indica que la disponibilidad total de crédito privado es la riqueza de los intermediarios multiplicada por un factor  $\phi$  que indica el grado de aplacamiento de los intermediarios.

*Firmas de bienes intermedios.* Las firmas de bienes intermedios utilizan capital  $K_t$ , trabajo  $L_t$ , y bienes importados  $M_t$  para producir bienes intermedios  $Y_t$ . Al final del periodo  $t$ , las firmas productoras de bienes intermedios compran capital  $K_{t+1}$  para utilizarlo en la producción en el periodo siguiente. Después de finalizado el proceso productivo, las firmas tienen la opción de vender el capital. Para adquirir los recursos que financian la compra del capital, la firma entrega  $S_t$  derechos iguales al número de unidades de capital adquiridas  $K_{t+1}$  y el precio de cada derecho es  $Q_t$ . Esto es,  $Q_t K_{t+1}$  es el valor del capital adquirido y  $Q_t S_t$  es el valor de los derechos contra capital. Luego, se debe satisfacer:

$$Q_t K_{t+1} = Q_t S_t \quad (\text{A8})$$

En cada tiempo  $t$ , la firma produce  $Y_t$  usando capital, trabajo y bienes importados. Sea  $A_t$  la productividad total de factores. Luego, la producción está dada por:

$$Y_t = A_t K_t^\beta L_t^\alpha M_t^{1-\alpha-\beta} \quad (\text{A9})$$

Sea  $P_{m,t+k}$  el precio del bien intermedio. Dado que la decisión de la firma está hecha al final de periodo  $t$ , el problema de maximización de la firma que produce bienes intermedios es:

$$\begin{aligned} & \max_{\{K_{t+k}(j), L_{t+k}(j), M_{t+k}(j)\}_{k=0}^{\infty}} \\ & \sum_{k=0}^{\infty} \Lambda_{t,t+k} E_t \left\{ \left( P_{m,t+k} Y_{t+k}(j) + (1-\delta) K_{t+k}(j) Q_{t+k} \right) (1 - t_{t+k}^u) \right\} \\ & - \sum_{k=0}^{\infty} \Lambda_{t,t+k} E_t \left\{ \left( R_{F,t+k} Q_{t+k-1} K_{t+k}(j) + W_{t+k} L_{t+k}(j) + S X_{t+k} M_{t+k}(j) \right) (1 - t_{t+k}^u) \right\} \end{aligned} \quad (\text{A10})$$

Los impuestos a los beneficios  $t_t^u$  de estas empresas no tienen efectos en la demandas por insumos ni tampoco efectos fiscales por el supuesto de competencia perfecta en la producción de estos bienes que impone beneficios cero.

*Firmas productoras de capital.* Estas firmas compran capital de las compañías productoras de bienes intermedios, reparan el capital depreciado y construyen nuevo capital con el capital reparado. Si definimos a  $I_t$  como la inversión, el problema de maximización de las firmas productoras de capital es:

$$\max_{\{I_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}} \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \Lambda_{t,t+k} E_t \left\{ \left( (Q_{t+k}-1) I_{t+k} - t_t'' Q_{t+k} I_{t+k} - f\left(\frac{I_{t+k}}{I_{t+k-1}}\right) I_{t+k} \right) \right\} \quad (A11)$$

En otras palabras, la firma productora de bienes de capital obtiene una ganancia por invertir en cada periodo de  $(Q_t - 1)I_t$  menos los costos de ajuste  $f(I_t/I_{t-1})$ . Por último  $t_t''$  son impuestos a las ganancias. La ley de movimiento del capital está dada por:

$$K_{t+k+1} = (1 - \delta) K_{t+k} + I_{t+k} \quad (A12)$$

*Firmas de retail.* El producto final  $Y_t$  se obtiene agregando (mediante una función CES) la producción de firmas intermedias. Suponemos que esto se hace por parte de otras firmas, que llamamos de retail y que simplemente empaacan la producción de bienes intermedios:

$$Y_t = \left( \int_0^1 Y_{ft}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} df \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (A13)$$

Como en Christiano, Eichenbaum y Evans (2005), las firmas de retail enfrentan precios *à la* Calvo e indexación parcial. Luego, el problema de maximización para una firma de retail  $j$  está dado por:

$$\begin{aligned} \max_{\{P_t^*(j)\}_{k=0}^{\infty}} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ \Lambda_{t,t+k} Y_{t+k}(j) \left( P_t^*(j) \prod_{l=1}^k (\pi_{t+l-1}^k)^{\delta_D} - MC_{t+k} \right) \right\} \\ s.a. \quad Y_{t+k}(j) \leq \left( \frac{P_t^*(j)}{P_{t+k}} \right)^{-\varepsilon_D} Y_{t+k} \end{aligned} \quad (A14)$$

donde  $MC_{t+k}$  son los costos marginales de la empresa de retail. En particular, en cada periodo una firma está dispuesta a ajustar sus precios con probabilidad  $(1 - \theta)$ . Entre esos periodos, la firma está dispuesta a indexar parcialmente (es decir,  $\delta_D \in [0, 1]$ ) su precio a la tasa de inflación pasada. Con estos supuestos, el nivel de precios evoluciona de acuerdo con

$$P_t = \left( (1 - \theta) (P_t^*)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} + \theta \left( \pi_{t-1}^{\delta_D} P_{t-1} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \right)^{1-\varepsilon} \quad (A15)$$

Suponemos que el producto final que es usado por consumidores y firmas es una combinación entre  $Y_t$  e importaciones de petróleo para transporte  $TOIL_T$ .

*Gobierno* (véase la sección II).

*Política monetaria.* La política monetaria sigue una regla de Taylor que responde ante cambios en el producto, la inflación y el tipo de cambio.

$$R_t^* = \bar{R} \left[ \left( \frac{\Pi_{t+1}}{\bar{\Pi}} \right)^{\phi_\pi} \left( \frac{PIB_t}{\bar{PIB}} \right)^{\phi_y} \left( \frac{E_t}{\bar{E}} \right)^{\zeta_e^1} \left( \frac{E_t}{E_{t-1}} \right)^{\zeta_e^2} \right] e^{u_t^R} \quad (A16)$$

$$R_t = (R_{t-1})^{\Omega_R} (R_t^*)^{1-\Omega_R} \quad (A17)$$

donde  $\bar{R}$  es la tasa natural,  $\Pi_t$  es la inflación total,  $\bar{\Pi}$  es el objetivo inflacionario,  $\bar{PIB}$  es el PIB potencial,  $E_t$  es el tipo de cambio real,  $\bar{E}$  es el tipo de cambio real de equilibrio y  $u_t^R$  es un *shock* monetario. En las estimaciones de las ecuaciones (A16) y (A17) se utilizó el PIB sin recursos naturales (es decir, sin sector cobre).

*Exportaciones no mineras.* En el modelo se supone que las exportaciones  $X_t$  dependen del tipo de cambio real  $E_t$  de la actividad económica internacional  $PIB_t^*$  y, además, presenta cierto grado de inercia  $\Omega$ . Luego,

$$X_t = (E_t)^{-\eta^*} PIB_t^* \quad (A18)$$

$$X_t = (X_{t-1})^\Omega (X_t)^{1-\Omega} \quad (A19)$$

*Riesgo país.* Además, como en Schmitt-Grohé y Uribe (2003), para cerrar el modelo se supone que el riesgo país depende de la deuda externa de la siguiente forma:

$$SX_t \left( \Phi \left( \frac{B_{t+1}^*}{PIB_t} \right) R_t^* \right)^{-1} \quad (A20)$$

*Sector minero.* Se supuso que la producción de cobre no es exógena. Por el contrario, se asume que la producción de cobre  $QCU_t$  depende del trabajo  $L_t^{CU}$ , el capital  $K_t^{CU}$  y la energía  $E_t$ .

$$QCU_t = A_t^{CU} L_t^{CU\tilde{\alpha}} K_t^{CU\tilde{\beta}} E_t^{1-\tilde{\alpha}-\tilde{\beta}} \quad (A21)$$

donde  $A_t^{CU}$  representa la disponibilidad del mineral. En términos logarítmicos, se supone que esta variable sigue la siguiente forma:

$$a_t = \rho^{CU} a_{t-1} + \varepsilon_t^{EE} \quad (A22)$$

La incorporación de estos tres insumos ( $L_t^{CU}$ ,  $K_t^{CU}$  y  $E_t^{CU}$ ) hace compleja la modelación del prototipo DSGE en varias dimensiones. Por tanto, se debe realizar una

serie de supuestos para poder simplificar la mencionada modelación. Primero, se supuso que el sector minero usa un compuesto de energía, formado por combustible (petróleo) y energía eléctrica. Para ambos insumos se considera que el sector minero es un tomador de precio.

$$E_t = OIL_t^\delta EE_t^{1-\delta} \quad (A23)$$

donde,  $OIL_t$  es el combustible y  $EE_t$  es la energía eléctrica. De este modo, dado un cierto nivel de producción, y por tanto de energía total ( $E_t$ ), se pueden obtener por separado las demandas de combustible y de energía eléctrica en función de los respectivos precios. En términos logarítmicos se asume que el precio de la energía eléctrica sigue la siguiente forma:

$$p_t^{EE} = \rho^{EE} p_{t-1}^{EE} + \varepsilon_t^{EE} \quad (A24)$$

También se supone por simplicidad que al final de cada periodo “ $t$ ” las firmas productoras de cobre pueden revender el capital comprado a las firmas productoras de bienes de capital. De esta manera, la función objetivo de la empresa que produce cobre es:

$$\begin{aligned} & \max_{\{K_{t+k}^{CU}, L_{t+k}^{CU}, E_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}} \\ & \sum_{k=0}^{\infty} E_t \left\{ \Lambda_{t,t+k} \left( p_{t+k}^{CU} A_{t+k}^{CU} L_{t+k}^{CU} \tilde{\alpha} K_{t+k}^{CU} \tilde{\beta} E_{t+k}^{1-\tilde{\alpha}-\tilde{\beta}} + (1-\delta^{CU}) K_{t+k}^{CU} Q_{t+k}^{CU} \right) (1-t_{t+k}^u) \right\} \\ & - \sum_{k=0}^{\infty} E_t \left\{ \Lambda_{t,t+k} \left( R_{F,t+k} Q_{t+k-1}^{CU} K_{t+k}^{CU} + W_{t+k}^{CU} L_{t+k}^{CU} + P_{t+k}^E E_{t+k} \right) (1-t_{t+k}^u) \right\} \end{aligned} \quad (A25)$$

donde  $\delta^{CU}$  es la tasa de depreciación,  $P_{t+k}^{CU}$  el precio del cobre,  $W_{t+k}^{CU}$  los salarios del sector,  $P_{t+k}^E$  el precio de la energía (un índice compuesto de los precios del petróleo y de la energía eléctrica),  $Q_{t+k}^{CU}$  el precio del capital,  $R_{F,t+k}$  es el retorno del capital y  $t_t^u$  son los impuestos a las ganancias.

Por otro lado, las firmas productoras de capital compran el capital usado a las compañías productoras de bienes intermedios, reparan el capital depreciado y construyen nuevo capital, donde  $I_t^{CU}$  es el nuevo capital creado. Luego, el problema de maximización de las firmas productoras de capital es:

$$\max_{\{I_{t+k}^{CU}\}_{k=0}^{\infty}} \sum_{k=0}^{\infty} E_t \left\{ \Lambda_{t,t+k} \left( (Q_{t+k}^{CU} - 1) I_{t+k}^{CU} - t_t^u Q_{t+k}^{CU} I_{t+k}^{CU} - f \left( \frac{I_{t+k}^{CU}}{I_{t+k-1}^{CU}} \right) I_{t+k}^{CU} \right) \right\} \quad (A26)$$

donde  $f$  es una función creciente que representa los costos de ajuste de la inversión y la ley de movimiento del capital:

$$K_{t+k+1}^{CU} = (1 - \delta^{CU}) K_{t+k}^{CU} + I_{t+k}^{CU} \quad (A27)$$

Tercero, al igual que en el resto de la economía se asume que existe rigidez parcial de los salarios (*à la* Calvo, por ejemplo, véanse los detalles en García y González 2014). En otras palabras, los salarios van cambiando a lo largo del tiempo en forma exógena por dos fuentes. La fracción de salarios que se reajusta directamente por cambios en los contratos (definida por  $xi\_w\_COBR$ ), y la otra fracción de salarios (definida por  $index\_w\_COBRE$ ) que siguen vigentes, pero que se reajustan según la inflación pasada.

De la modelación de los salarios, se puede derivar una oferta de trabajo. Así, con este supuesto sobre los salarios, más la ecuación de demanda de trabajo proveniente de (A25), se obtiene el empleo y los salarios del sector minero. Sólo por motivos de simplicidad se asume que la utilidad marginal del consumo de las familias que trabajan en el sector minero es igual a la utilidad marginal del resto de las familias de la economía. Este supuesto es inocuo si se considera que el mercado laboral minero tiene efectos marginales en el mercado laboral agregado de la economía chilena (véase Fuentes y García, 2014).

*Equilibrio general de la economía.* En el presente artículo se asume que la inversión del sector minero  $t_t^u$  se lleva a cabo en el mercado de bienes domésticos:

$$P_{m,t} Y_t = \underbrace{P_t C_t + P_t I_t + P_t G_t}_{\text{Resto de la economía}} + \underbrace{P_t X_t}_{\text{Sector externo}} + \underbrace{P_t I_t^{cu}}_{\text{Minería}} \quad (A28)$$

Por último, una vez agregadas cada una de las restricciones de las familias y las firmas, abstrayéndose de la producción de energía eléctrica para la minería, y considerando que el PIB minero ( $QCU_t$ ) se exporta completamente, se obtiene la restricción total de la economía:

$$\begin{aligned} & \underbrace{P_t C_t + P_t I_t + P_t G_t + P_t I_t^{CU}}_{\text{Gasto}} + \underbrace{P_t CAJ_t}_{\text{Costos de ajustes inversión}} \leq \underbrace{P_{m,t} Y_t}_{\text{Producción bienes intermedios}} \\ & \underbrace{-SX_t M_t - SX_t P_t^{OIL} OIL_t - SX_t P_t^{OIL} OIL_t^{CU}}_{\text{Importaciones insumos y combustibles}} \\ & \underbrace{+ SX_t \frac{B_{t+1}^*}{\tilde{R}_t^*} - S_t B_t^*}_{\text{Cambio en la deuda externa}} + \underbrace{\Gamma(SX_t P_t^{cu} QCU_t)}_{\text{Ingresos del cobre}} \end{aligned} \quad (A29)$$

donde  $SX_t$  es el tipo de cambio nominal,  $P_t^{OIL}$  el precio del petróleo,  $M_t$  las importaciones de insumos para la producción de bienes intermedios,  $B_t^*$  la deuda

externa,  $\tilde{R}_t^*$  la tasa de interés externa ajustada por premio por riesgo, y  $CAJ_t$  son los costos de ajuste de la inversión (agregados).

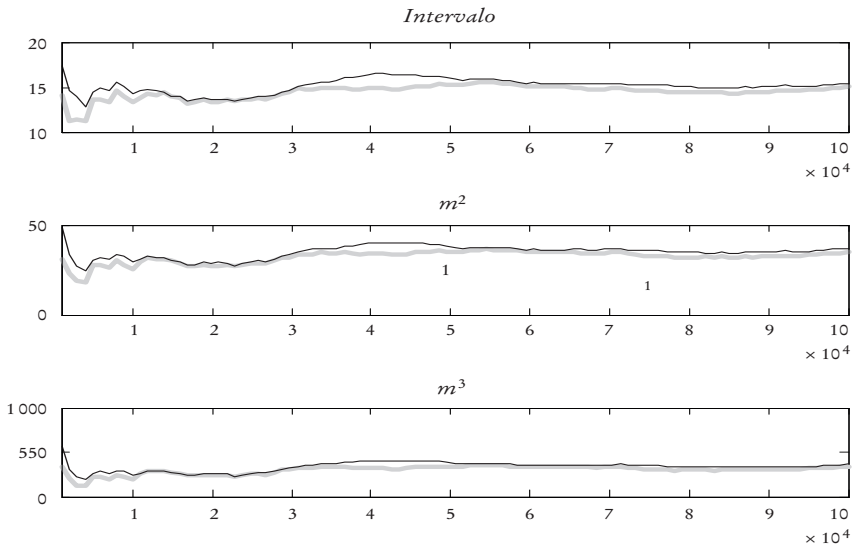
En resumen, los gastos de la economía, incluidos los costos de ajustes de la inversión, se financian con la producción de bienes intermedios, neto de importaciones de los insumos para los bienes intermedios y combustibles (incluido la fracción para el cobre), más el cambio en el financiamiento externo (cambios en la deuda externa) y los ingresos del cobre (PIB cobre menos las remesas al exterior).

*Ajustes en el modelo.*<sup>18</sup> Para mejorar el ajuste del modelo DSGE se supuso que existen rezagos en las respuestas de la demanda de todos los insumos en el sector de bienes intermedio y de cobre. De esta manera, la demanda por un insumo genérico  $j$  que se denomina  $insumo_{j,t}$  (“log linealizada”), además de depender positivamente del nivel de producción,  $producción_t$  y negativamente del precio del insumo, expresado en términos reales, el cual se denomina  $p_{j,t}$ , también depende de un rezago,  $insumo_{j,t-1}$ . Además, los precios responden menos de lo esperado al ponderarse por un parámetro  $\zeta_j$ . Todos estos parámetros de ajuste son estimados:

$$insumo_{j,t} = pmg\_insumo_j(producción_t - \zeta_j p_{j,t}) + (1 - pmg\_insumo_j)insumo_{j,t-1} \quad (A30)$$

## 2. Convergencia y parámetros estimados del modelo DSGE

GRÁFICA A1. Convergencia y estabilidad de los parámetros



FUENTE: simulaciones realizadas por los autores con base en el modelo DSGE.

<sup>18</sup> Berger (2014) demuestra que esta forma funcional es equivalente a suponer una empresa que toma sus decisiones de contratación de insumo de forma *lumpy*.



CUADRO A1. *Parámetros estimados del modelo DSGE*

Parámetros	Prior	Posterior	Intervalo de confianza 90%		Distribución Prior	Desviación estándar
$\sigma$	2.0	1.8085	1.6678	1.9516	$\gamma$	0.10
$h$	0.3	0.2705	0.1993	0.3414	$\beta$	0.05
$\rho_L$	1.0	1.1941	1.0467	1.3459	$\gamma$	0.10
$\rho_G$	0.9	0.8992	0.3224	0.9763	$\beta$	0.05
$\rho_A$	0.9	0.933	0.9079	0.9578	$\beta$	0.05
$\rho_{Rstar}$	0.9	0.6434	0.5456	0.7496	$\beta$	0.05
$\rho_{\gamma star}$	0.9	0.9742	0.9646	0.9839	$\beta$	0.05
$\rho_{oil}$	0.9	0.8641	0.7922	0.9433	$\beta$	0.05
$\rho_{pcu}$	0.9	0.8590	0.8260	0.8937	$\beta$	0.05
$\rho_{GP}$	0.1	0.0101	0.0084	0.0119	$\beta$	0.05
$index$	0.906	0.8411	0.7373	0.9530	$\beta$	0.05
$x_i$	0.804	0.8164	0.8020	0.8308	$\beta$	0.01
$index_w$	0.9	0.6895	0.5951	0.7816	$\beta$	0.05
$x_{iw}$	0.67	0.8945	0.8783	0.9136	$\beta$	0.05
$\beta_1$	0.8	0.8009	0.7842	0.8177	$\gamma$	0.01
$\beta_2$	0.1	0.1000	0.0983	0.1016	$\beta$	0.001
$\rho_R$	0.92	0.9229	0.9088	0.9370	$\beta$	0.010
$\rho_{inf}$	2.0	1.9594	1.8028	2.1146	$\beta$	0.1
$\rho_y$	0.5	0.5810	0.4483	0.7061	$\beta$	0.1
$\rho_{e1}$	0.3	0.2757	0.1167	0.4202	$\beta$	0.2
$\rho_{e2}$	0.3	0.0695	0.0001	0.1496	$\beta$	0.2
$\rho_E$	0.3	0.3068	0.2900	0.3254	$\beta$	0.01
$pm_{g_m}$	0.5	0.3966	0.3075	0.4809	$\beta$	0.1
$pm_{g_L}$	0.5	0.1717	0.1381	0.2026	$\beta$	0.1
$pm_{g_K}$	0.5	0.4963	0.3062	0.6625	$\beta$	0.1
$\theta_{TOIL}$	0.5	0.4828	0.3100	0.6493	$\beta$	0.1
$\theta_L$	0.5	0.8021	0.7273	0.8764	$\beta$	0.1
$\theta_K$	0.5	0.5064	0.3430	0.6695	$\beta$	0.1
$\theta_M$	0.5	0.5572	0.4261	0.6891	$\beta$	0.1
$pmg_{TOIL}$	0.1	0.0769	0.0143	0.1365	$\beta$	0.05
$pmg_G$	0.5	0.5553	0.4799	0.6357	$\beta$	0.05
$trend_{PIB}$	1.1	1.3051	1.2164	1.3963	$\gamma$	0.1
$trend_{oil}$	2.42	2.4339	2.2641	2.5988	$\gamma$	0.1
$trend_{pcu}$	3.28	3.2633	3.1028	3.4284	$\gamma$	0.1
$trend_{PIBstar}$	1.22	1.1781	1.0259	1.3180	$\gamma$	0.1
$trend_L$	0.71	0.5670	0.4512	0.6888	$\gamma$	0.1
$trend_E$	0.5	0.1211	0	0.2340	unif	0.2887
$constante_R$	0.99	1.0399	0.8454	1.2276	$\gamma$	0.1
$constante_{PI}$	0.75	0.7171	0.5783	0.8843	$\gamma$	0.1
$constante_{Rstar}$	0.5	0.4961	0.0521	0.9316	unif	0.2887
$\rho_{pEE}$	0.5	0.8507	0.7972	0.9046	$\beta$	0.1
$\rho_{pEE\ en\ cobre}$	0.5	0.2437	0.1270	0.3565	$\beta$	0.1
$index_{w\ cobre}$	0.9	0.9138	0.8475	0.9819	$\beta$	0.05
$x_{iw\ cobre}$	0.67	0.6329	0.5681	0.6969	$\beta$	0.05
$pmg_{en\ cobre}$	0.5	0.1263	0.0478	0.2021	$\beta$	0.1
$pmg_{L\ cobre}$	0.5	0.0808	0.0472	0.1087	$\beta$	0.1
$pmg_{K\ cobre}$	0.5	0.5067	0.3585	0.6482	$\beta$	0.1
$\rho_{Acobre}$	0.9	0.9088	0.8937	0.9233	$\beta$	0.01
$trend_{PIB\ cobre}$	0.1	0.1025	0.0852	0.1195	$\gamma$	0.01
$trend_{PEE}$	0.64	0.6665	0.4915	0.8426	$\gamma$	0.1

FUENTE: elaboración propia basada en el modelo DSGE estimaciones realizadas con  $10^5$  simulaciones y cuatro cadenas Markov.

CUADRO A2. Desviaciones estandar shocks estimados del modelo DSGE

Desviaciones estándar shocks	Prior	Posterior	Intervalo de confianza 90%	Distribución Prior	Desviación estándar
<i>consumo</i> <sup>a</sup>	1.080	0.5110	0.3436	invg2	0.5
<i>tipo de cambio</i> <sup>a</sup>	3.560	5.2220	4.4371	invg2	0.5
<i>gasto de gobierno</i> <sup>a</sup>	1.720	1.1143	0.9081	invg2	0.5
<i>importaciones</i>	4.780	4.1804	3.6578	invg2	0.5
<i>precio petróleo</i> <sup>a</sup>	16.070	15.9633	15.2214	invg2	0.5
<i>precio del cobre</i> <sup>a</sup>	16.530	16.7031	15.9270	invg2	0.5
<i>PIB</i>	1.160	1.8192	1.3815	invg2	0.5
<i>precio acciones</i>	9.760	9.6227	8.9428	invg2	0.5
<i>salarios</i> <sup>a</sup>	0.870	0.4023	0.3220	invg2	0.5
<i>exportaciones</i>	5.030	5.0089	4.4173	invg2	0.5
<i>PIB externo</i> <sup>a</sup>	2.810	3.2844	2.7247	invg2	0.5
<i>tasa de interés</i> <sup>a</sup>	0.480	0.2144	0.1689	invg2	0.5
<i>inflación</i>	0.960	0.7447	0.7048	invg2	0.5
<i>tasa de interés externa</i> <sup>a</sup>	0.890	0.9561	0.7700	invg2	0.5
<i>producción cobre</i>	3.590	3.8196	3.2705	invg2	0.5
<i>inversión cobre</i> <sup>a</sup>	6.460	6.3643	5.6055	invg2	0.5
<i>inversión intermedios</i> <sup>a</sup>	4.600	4.5752	4.0194	invg2	0.5
<i>empleo cobre</i>	1.400	4.5668	3.8346	invg2	0.5
<i>empleo cobre</i>	0.810	1.5861	1.2964	invg2	0.5
<i>salarios cobre</i> <sup>a</sup>	0.900	0.5443	0.4239	invg2	0.5
<i>energía cobre</i>	4.340	4.9790	4.2849	invg2	0.5
<i>precio energía eléctrica</i> <sup>a</sup>	6.840	6.9476	6.2269	invg2	0.5
<i>productividad</i> <sup>a</sup>	1.160	0.7555	0.5753	invg2	0.5
<i>productividad cobre</i> <sup>a</sup>	3.590	6.9224	5.1581	invg2	0.5

FUENTE: estimaciones de los autores, basadas en el modelo DSGE realizadas con 10<sup>5</sup> simulaciones y cuatro cadenas de Markov.

<sup>a</sup> Shocks estructurales, los otros son de medida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An, S., y F. Schorfheide (2007), "Bayesian Analysis of DSGE Models", *Econometric Reviews, Taylor & Francis Journals*, vol. 26, núms. 2-4, pp. 113-172.
- Auerbach, A. (1989), "Tax Reform and Adjustment Costs: the Impact on Investment and Market Value", *International Economic Review*, vol. 30, núm. 4, pp. 939-962.
- Banco Central de Chile (2014), *Informe de política monetaria junio 2014*, Santiago, Chile.
- Barro, R. J. (1979), "On the Determination of the Public Debt", *Journal of Political Economy*, vol. 87, núm. 5, pp. 940-971.
- Berger, D., R. Caballero y E. Engel (2014), "Missing Aggregate Dynamics: on the Slow Convergence of Lumpy Adjustment Models", mimeo.
- Blanchard, O., y R. Perotti (2002), "An Empirical Investigation of the Dynamic Effects of Changes in Government Spending and Taxes on Output", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, núm. 4, pp. 1329-1368.
- Burgess, S., E. Fernandez-Corugedo, C. Groth, R. Harrison, F. Monti, K. Theodoridis y M. Waldron (2013), "The Bank of England's Forecasting Platform: COMPASS, MAPS, EASE and the Suite of Models", documento de trabajo núm. 471, Banco de Inglaterra.
- Bustos, A., E. Engel y A. Galetovic (2004), "Could Higher Taxes Increase the Long-run Demand for Capital? Theory and evidence for Chile", *Journal of Development Economics*, vol. 73, núm. 2, pp. 675-697.
- Carrière-Swallow, Y., y L. F. Céspedes (2013), "The Impact of Uncertainty Shocks in Emerging Economies", *Journal of International Economics*, vol. 90, núm. 2, pp. 316-325.
- Cerda, R., y F. Larraín (2005), "Inversión privada e impuestos corporativos: evidencia para Chile", *Cuadernos de Economía*, vol. 42, núm. 126, pp. 257-281.
- Céspedes, L. F., J. Fornero y J. Galí (2010), "Non-Ricardian Aspects of Fiscal Policy in Chile", Conferencia Anual del Banco Central de Chile: Política fiscal y desempeño macroeconómico, 21 y 22 de octubre, Banco Central de Chile.
- Christiano, L., M. Eichenbaum y C. Evans (2005), "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, vol. 113, núm. 1, pp. 1-45.
- Correia, I., J. C. Neves y S. Rebelo (1995), "Business Cycles in a Small Open Economy", *European Economic Review*, núm. 39, vol. 6, pp. 1089-1113.
- Dejong, D., y C. Dave (2011), *Structural Econometrics*, 2ª ed., Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- Fatás, A., e I. Mihov (2012), "Fiscal Policy as a Stabilization Tool", *The B. E. Journal of Macroeconomics*, vol. 2, núm. 3, pp. 1-68.
- Fornero, J., y M. Kirchner (2014), "Learning About Commodity Cycles and Saving-In-

- vestment Dynamics in a Commodity-Exporting Economy”, documento de trabajo núm. 727, Banco Central de Chile.
- Fuentes, F., y C. J. García (2014), “Ciclo económico y minería del cobre en Chile”, Documento de trabajo, ILADES-UAH.
- Del Negro, M., y F. Schorfheide (2011), “Bayesian Macroeconometrics”, en J. Geweke, G. Koop y H. van Dijk (eds.), *The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics*, Oxford University Press, Oxford, pp. 293-389.
- Galí, J. (1999), “Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?”, *American Economic Review*, vol. 89, núm. 1, pp. 249-271.
- , D. López-Salido y J. Vallés (2007), “Understanding the Effects of Government Spending on Consumption”, *Journal of the European Economics Association*, vol. 5, núm. 1, pp. 227-270.
- García, C. J., J. Restrepo y E. Tanner (2011) “Fiscal Rules in a Volatile World: A Welfare-based Approach”, *Journal of Policy Modeling*, vol. 33, núm. 4, pp. 649-676.
- , y W. González (2013), “Exchange Rate Intervention in Small Open Economies: The Role of Risk Premium and Commodity Price Shocks”, *International Review of Economics & Finance*, vol. 25, pp. 424-447.
- , y W. González (2014), “Why does Monetary Policy Respond to the Real Exchange Rate in Small Open Economies? A Bayesian Perspective”, *Empirical Economics*, vol. 46, núm. 3, pp. 789-825.
- Gertler, M., y N. Kiyotaki (2010), “Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle Analysis”, en B. Friedman y M. Woodford (eds.), *Handbook of Monetary Economics*, vol. 3A, North Holland, Ámsterdam.
- Hayashi, F. (1982), “Tobin’s Marginal Q and Average Q: A Neoclassical Interpretation”, *Econometrica*, vol. 50, núm. 1, pp. 213-224.
- House, C., y M. Shapiro (2006), “Phased-in Tax Cuts and Economic Activity”, *American Economic Review*, vol. 96, núm. 4, pp. 1835-1849.
- Hsieh, C., y J. Parker (2007), “Taxes and Growth in a Financially Underdeveloped Country: Evidence from the Chilean Investment Boom”, *Economía*, vol. 8, núm. 1.
- Hussain, S., y S. Malik (2014), “Asymmetric Effects of Tax Changes”, documento de trabajo, disponible en <http://www.samreenmalik.net/research.html>
- Jaimovich, N., y S. Rebelo (2009), “Can News About the Future Drive the Business Cycle?”, *American Economic Review*, vol. 99, núm. 4, pp. 1097-1118.
- Kass, R., y A. Raftery (1995), “Bayes Factors”, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 90, pp. 773-795.
- Larraín, F., R. Cerda y J. Bravo (2014), “Reforma tributaria: impacto económico y propuesta alternativa”, documento de trabajo núm. 1, CLAPES-UC.
- Leeper, E., T. Walker y S. Yang (2013), “Fiscal Foresight and Information Flows”, *Econometrica*, vol. 81, núm. 3, pp. 1115-1145.

- Medina, J. P., y C. Soto (2007), "The Chilean Business Cycles Through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model", documento de trabajo núm. 457, Banco Central de Chile.
- Medina, J., y R. Valdés (1998), "Flujo de caja y decisiones de inversión en Chile: evidencia de sociedades anónimas abiertas", *Cuadernos de Economía*, núm. 106, pp. 301-323.
- Mertens, K., y R. Ravn (2012), "Empirical Evidence on the Aggregate Effects of Anticipated and Unanticipated US Tax Policy Shocks", *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 4, núm. 2, pp. 145-181.
- Mitra, K., E. George y S. Honkapohja (2013), "Policy Change and Learning in the RBC Model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 37, núm. 10, pp. 1947-1971.
- Mountford, A., y H. Uhlig (2009), "What are the Effects of Fiscal Policy Shocks?", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 24, núm. 6, pp. 960-992.
- Perotti, R. (2012), "The Effects of Tax Shocks on Output: Not so Large, but not Small Either", *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 4, núm. 2, pp. 214-237.
- Piketty, T. (2014), "Capital in the Twenty-First Century", Belknap Press.
- Poterba, J. (1988), "Are Consumers Forward Looking? Evidence from Fiscal Experiments", *American Economic Review*, vol. 78, núm. 2, pp. 413-418.
- Romer, C., y D. Romer (2010), "The Macroeconomic Effects of Tax Changes: Estimates Based on a New Measure of Fiscal Shocks", *American Economic Review*, vol. 100, núm. 3, pp. 763-801.
- Schmitt-Grohé, S., y M. Uribe (2003), "Closing Small Open Economy Models", *Journal of International Economics*, vol. 61, núm. 1, pp. 163-185.
- Smets, F., y R. Wouters (2007), "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach", *American Economic Review*, vol. 97, núm. 3, pp. 586-606.
- Vergara, R. (2010). "Taxation and Private Investment: Evidence for Chile", *Applied Economics*, vol. 42, núm. 6, pp. 717-725.
- Yang, S. S. (2005), "Quantifying Tax Effects under Policy Foresight", *Journal of Monetary Economics*, vol. 52, pp. 1557-1668.