

*Alberto Ortiz Bolaños*

# Choques en el mercado de crédito, política monetaria y fluctuaciones económicas

## **Resumen**

*El presente documento usa un modelo de equilibrio general dinámico estocástico con imperfecciones en el mercado de crédito para estimar el papel de las perturbaciones del mercado de crédito y de la política monetaria en los ciclos económicos de Estados Unidos. El modelo estimado registra gran parte de la narrativa histórica sobre el comportamiento de la política monetaria y de los acontecimientos en los mercados financieros que llevaron a episodios de excesos y a problemas financieros durante las últimas dos décadas. La estimación sugiere que los choques en el mercado de crédito son un factor importante tras las fluctuaciones económicas y representan un 15% de la varianza en el producto real desde 1985. Además, hallamos que una vez que se consideran las imperfecciones del mercado de crédito, la política monetaria es también una fuerza importante tras las fluctuaciones del producto real explicando un 12.5% de su varianza.*

---

Subgerente de Investigación Monetaria, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA) y profesor, EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey <ortiz@cemla.org>. Las opiniones expresadas en este documento corresponden al autor y no necesariamente establecen o reflejan la posición del Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA), la EGADE Business School, o sus autoridades. Agradezco el excelente apoyo en investigación de Johana Maritsa Hernández Henao y Woan Foong Wong.

*Palabras claves: acelerador financiero; política monetaria, modelos EGDE, estimación bayesiana.*

*Clasificación JEL: E32-E44.*

## **Abstract**

This paper uses a dynamic stochastic general equilibrium model with credit market imperfections to estimate the role of credit market shocks and monetary policy in US business cycles. The estimated model captures much of the historical narrative regarding the conduct of monetary policy and developments in financial markets that led to episodes of financial excess and distress over the last two decades. The estimation suggests that credit market shocks are an important factor behind economic fluctuations accounting for 15% of the variance in real output since 1985. In addition, we find that, once credit market imperfections are considered, monetary policy is also an important force behind real output fluctuations explaining 12.5% of its variance.

Keywords: financial accelerator, monetary policy, DSGE models, Bayesian estimation.

JEL Classification: E32-E44.

## 1. INTRODUCCIÓN

La crisis financiera de Estados Unidos que se inició en 2008 fue rápidamente seguida por contracciones en el producto, en la inversión y en el empleo, lo cual indica que los factores financieros pueden tener consecuencias económicas reales. En respuesta a esta tensión financiera, la Junta de la Reserva Federal redujo drásticamente su tasa de interés de política, en consonancia con la idea de las autoridades monetarias de que en parte contrarrestarían los choques negativos en el mercado de crédito. Sin embargo, en el inicio de la crisis hubo escasas mediciones de los vínculos del sector financiero con el real de la economía, y ninguno de los estudios realizados relacionó los datos financieros con un mecanismo basado en un modelo para contribuir a una mejor comprensión entre ambos sectores. El presente documento llena este vacío al brindar evidencias para la economía de Estados Unidos usando métodos de máxima verosimilitud bayesiana para estimar una versión extendida del modelo de acelerador financiero de Bernanke, Gertler, Gilchrist (1999; de aquí en adelante BGG), usando datos reales y financieros.

Entre la evidencia que sugería la existencia de importantes vínculos entre las condiciones financieras y los resultados macroeconómicos, Gilchrist, Yankov y Zakrajšek (2008; de aquí en adelante GYZ) muestran que los diferenciales de los bonos corporativos tienen un poder predictivo significativo para la actividad económica.<sup>1</sup> Más adelante, Gilchrist y Zakrajšek (2011) y Gilchrist y Zakrajšek (2012) incluyeron información financiera sobre la prima de los bonos en lo que de otro modo sería un vector de autorregresión (VAR) estándar para examinar las consecuencias macroeconómicas de las perturbaciones

---

<sup>1</sup> GYZ sugiere que este poder predictivo posiblemente refleje el contenido de la información de los diferenciales de crédito para las perturbaciones en los mercados financieros o las variantes en el costo de incumplimiento, dos factores que provocarían que los diferenciales de crédito se ampliaran con respecto al riesgo de impago esperado antes de una recesión económica.

financieras hallando que los choques en el mercado de crédito tienen efectos importantes en el producto, el consumo, la inversión y las horas trabajadas. Por desgracia, estos análisis carecían de un modelo macroeconómico estructural que permitiera distinguir entre los cambios en oferta y demanda del crédito, al tiempo que pudiera dar cuenta de los efectos de retroalimentación en un contexto de equilibrio general que reflejara el desarrollo de los sectores financiero y real de la economía.

Los primeros trabajos en esta línea de investigación incluyen a Elekdag, Justiniano y Tchakarov (2006), Tovar (2006), Christiano, Motto y Rostagno (2007; de aquí en adelante CMR), Christensen y Dib (2008), De Graeve (2008), y Queijo von Heideken (2008), los cuales buscaban cuantificar estos mecanismos de determinación conjunta de ambos sectores estimando los modelos de equilibrio general dinámico estocástico (EGDE) que incorporan las imperfecciones del mercado de crédito mediante el mecanismo de acelerador financiero descrito por Carlstrom y Fuerst (1997) y por BGG. Si bien los detalles difieren en cuanto a la estimación del modelo y a la especificación de los choques, todos estos textos documentan el papel significativo de los factores financieros en las fluctuaciones de los ciclos económicos. Queijo von Heideken (2008), por ejemplo, muestra que la capacidad de un modelo con una amplia gama de rigideces reales y nominales para coincidir con los datos de Estados Unidos y de la zona del euro mejora significativamente si se permite la presencia de un mecanismo de acelerador financiero; y CMR demuestra que los choques en el sector financiero han desempeñado un papel importante en las fluctuaciones económicas durante las últimas dos décadas, tanto en Estados Unidos como en Europa. Queijo von Heideken (2008), sin embargo, estima un modelo estructural que se identifica sin depender de datos financieros y que no incorpora los choques del sector financiero, mientras que CMR, si bien permiten una amplia variedad de choques al sector financiero, no estiman los parámetros que gobiernan la fortaleza del mecanismo de acelerador financiero.

Este documento es el primero en estimar simultáneamente los parámetros clave del mecanismo de acelerador financiero junto con los choques en el sector financiero usando datos del mercado financiero. Una ventaja de incluir los factores financieros en nuestro modelo es que podemos considerar los choques financieros estructurales, en contraste con la forma reducida tan criticada; así, podemos evaluar directamente su importancia como impulsores de la actividad económica. El ejercicio empírico se realiza usando datos de Estados Unidos de 1985 a 2008, periodo denominado de la *gran moderación*. Limitamos la muestra a 2008 para evitar el límite inferior cero en la tasa de interés que complicaría la identificación de los choques de política monetaria usando una regla de Taylor para el tipo de interés.

El modelo es un nuevo modelo de equilibrio general dinámico estocástico keynesiano (EGDE) con costos de agencia como en BGG. Estas imperfecciones del mercado de crédito, causadas por información asimétrica, generarían un vínculo entre los sectores real y financiero de la economía. En el mecanismo de acelerador financiero, originalmente propuesto por Bernanke y Gertler (1989), el cual será el adoptado en este documento, la posición financiera de los prestatarios determina su costo de crédito. Los cambios inesperados en la posición financiera del prestatario, causados por choques que afectan sus rendimientos esperados, cambiarían las restricciones financieras y, por medio del financiamiento requerido, repercutirán en la actividad de inversión. Por lo tanto, este mecanismo de acelerador financiero amplifica y propaga los choques a la economía.

En términos generales, nuestras estimaciones muestran que los choques en el mercado de crédito dan cuenta del 15% de las fluctuaciones de producto durante el periodo 1985t1-2008t2, exacerbando las contracciones económicas y magnificando las expansiones. Mientras tanto, la política monetaria contrarresta parcialmente los choques en el mercado de crédito durante los tres periodos de inestabilidad financiera y de crisis económica incluidos en la muestra y explica un 12.5% de la varianza en el producto. Las funciones de respuesta al impulso del

modelo estimado muestran que los choques financieros tienen importantes efectos reales ya que un incremento inesperado del 0.25% en las primas de financiamiento externo causa un decremento del producto del 0.73% y una baja del 2.8% en la inversión. Mientras tanto, una reducción inesperada del 0.44% en la tasa de los fondos federales contribuye a una expansión del 0.38% en el producto y una del 1.42% en la inversión. El incremento del producto que acompaña a la política monetaria expansiva, al mejorar las posiciones financieras de los prestatarios, contribuye a reducir el costo del financiamiento externo, contribuyendo más a la expansión del producto.

El documento está organizado del siguiente modo: la sección 2 presenta evidencia empírica del efecto de los choques en el mercado de crédito sobre la actividad económica usando un VAR. La sección 3 desarrolla el modelo EGDE con costos de agencia que se utiliza para describir un mecanismo que explica cómo las condiciones del mercado de crédito podrían afectar a la actividad económica. La sección 4 expone la estrategia de estimación y la aplicación empírica. La sección 5 presenta los resultados. La sección 6 señala las conclusiones.

## **2. EVIDENCIA DEL EFECTO DE LOS CHOQUES DEL MERCADO DE CRÉDITO EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA**

En esta sección presentamos un VAR macroeconómico estándar extendido con datos sobre la prima de riesgo de crédito para examinar el efecto de los choques de riesgo crediticio sobre la actividad económica.

Tanto el VAR como el modelo presentados en la sección 3 se estiman empleando el mismo conjunto de datos. Las variables incluidas son datos trimestrales de las tasas de crecimiento del producto y de la inversión real, y los niveles de inflación, tasas de interés y primas de financiamiento externo.<sup>2</sup> Como en Gilchrist

---

<sup>2</sup> Los datos provienen de FRED II, excepto los de las medidas de primas de financiamiento externo. Las tasas de crecimiento del

y Zakrajšek (2011), siguiendo los supuestos de los efectos contemporáneos, el VAR estratifica los datos en el siguiente orden: tasa de crecimiento de la inversión real, tasa de crecimiento del producto real, inflación, tasa de fondos federales y prima de financiamiento externo. La gráfica 1 muestra el efecto del choque en la prima de riesgo de crédito. Las innovaciones se expresan en puntos porcentuales y se presentan la media y los intervalos de confianza del 90%. En respuesta a un incremento del 0.40% en la prima de riesgo de crédito, el crecimiento del producto se contrae un 0.09%, mientras que el crecimiento de la inversión disminuye un 0.50%. La dirección de estas respuestas está en línea con la evidencia empírica aportada en Gilchrist y Zakrajšek (2011), quienes documentan la importancia de las condiciones en el mercado de crédito para el desempeño macroeconómico.

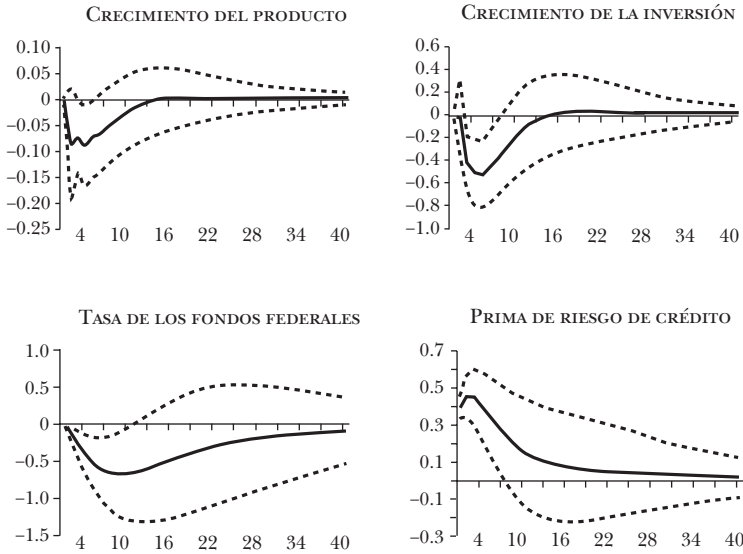
Aun cuando esta evidencia nos demuestre que los choques en el mercado de crédito tienen consecuencias para la actividad macroeconómica, sin un modelo estructural no podemos explicar el mecanismo de transmisión de los choques financieros a la economía. Hay distintas maneras en las cuales se podría introducir un papel para las imperfecciones del mercado de crédito y con esto generar un vínculo entre los sectores real y financiero. Enfocándonos en las restricciones de préstamo, se podrían considerar la incapacidad para obligar al cumplimiento del contrato (*costly enforcement*), las restricciones de garantías

---

producto se computan como diferencias de logaritmos naturales ( $\ln$ ) del producto interno bruto real ajustado estacionalmente; el mismo procedimiento se aplica para la inversión que es la inversión fija real total en negocios ajustada estacionalmente. Las tasas de inflación son diferencias de  $\ln$  sin tendencia del índice de precios al consumidor multiplicado por cuatro para anualizarlo. El tipo de interés nominal se consigna en niveles y corresponde a la tasa efectiva de los fondos federales sin tendencia. La prima de financiamiento externo proviene de Gilchrist, Ortiz y Zakrajšek (2008) y consiste en el componente principal de la medida de prima de riesgo computada usando información detallada de los precios de los bonos sobre la deuda principal pendiente no asegurada, emitida por un grupo numeroso de empresas no financieras.

## Gráfica 1

### RESPUESTAS VAR A UN CHOQUE EN LA PRIMA DEL RIESGO DE CRÉDITO



Nota: las líneas continuas en cada panel describen la función de respuesta promedio al impulso de cada variable a un choque de una desviación estándar en la prima de financiamiento externo. Las líneas discontinuas dan los intervalos al 90% de confianza.

o la verificación costosa del estado (en inglés CSV).

Con la incapacidad para obligar al cumplimiento del contrato, la imperfección del mercado de crédito se asocia a la falta de capacidad para hacer cumplir contratos libremente. En este paradigma, los prestatarios podrían decidir incumplir su deuda y los prestamistas, anticipando esta conducta adversa, limitarán la cantidad de crédito. A pesar de su simplicidad, este marco no crea incumplimiento en equilibrio, ni tampoco cambios en la prima de financiamiento externo o un marco para analizar los choques de crédito.

El ofrecimiento de garantía podría utilizarse como un dispositivo para superar la incapacidad para obligar al cumplimiento del contrato, pero si hay restricciones de garantías, el



sector financiero podría aún afectar al sector real. Un trabajo destacable en esta bibliografía es el de Kiyotaki y Moore (1997) donde se da una retroalimentación entre las restricciones financieras y la actividad económica. En su modelo, los activos desempeñan un papel dual como factor de producción y garantía. En este contexto, los cambios en el precio de los activos afectan el valor de la garantía y con esto el acceso al crédito. Con restricciones de garantías, el ajuste será en gran parte en las cantidades disponibles para crédito y no necesariamente en el costo de este, de nuevo una desventaja para nuestra estrategia de identificación, la cual necesita del costo cambiante del financiamiento.

Con la CSV, la imperfección del mercado de crédito se asocia con la información asimétrica. Como se presentó por primera vez en Townsend (1979), y con la posterior adaptación de Bernanke y Gertler (1989), se podría considerar una situación en la cual los prestatarios tienen información privada que los prestamistas sólo pueden obtener pagando costos de supervisión. Esta información asimétrica suscita un papel para la posición financiera de los prestatarios y conduce al mecanismo de acelerador financiero descrito previamente. Para nuestros fines, una ventaja de este marco es que permite una prima de financiamiento externo cambiante, la cual sería útil dado que la identificación de factores financieros se realizará usando datos financieros.

En la próxima sección desarrollamos un modelo EGDE con imperfecciones del mercado de crédito bajo un marco CSV para describir los canales a través de los cuales las condiciones financieras afectan los resultados económicos. Usaremos el modelo para estudiar los efectos de los choques financieros, así como para analizar el papel desempeñado por la política monetaria en las fluctuaciones económicas.

### **3. MODELO**

Como se indicó en la introducción, el modelo es un modelo EGDE monetario con un mecanismo de acelerador financiero

como en BGG.<sup>3</sup> Al igual que en BGG, introducimos dinero y rigideces de precios para estudiar cómo las fricciones del mercado de crédito pudieran influir en la transmisión de política monetaria. Dado que estamos llevando el modelo a los datos, aumentamos el modelo original de BGG con hábitos de consumo, costos de ajuste del crecimiento de la inversión, indexación de precios que llevan a una curva de Phillips neo-keynesiana híbrida, y usamos una regla de Taylor de política monetaria con un componente autorregresivo y que responde a la inflación contemporánea y al crecimiento del producto.

Christiano, Eichenbaum y Evans (2005), y Smets y Wouters (2007) muestran que estas fuentes de inercia permiten que el modelo se ajuste mejor a los datos. Sin embargo, estamos conscientes de que cuando Chari, Kehoe y McGrattan (2009) exponen la incapacidad de los modelos neokeynesianos para conducir el análisis de políticas, critican la indexación retrospectiva y el componente autorregresivo de la regla de política monetaria del tipo de Taylor. La indexación de precios y el componente autorregresivo de la tasa de interés están incluidos para registrar la persistencia de las tasas de fondos federales y de la inflación. Además, la regla de política monetaria que incluye la inflación y el producto trata de reflejar el mandato dual del Sistema de la Reserva Federal en vigencia desde 1977. En la estimación, usaremos los datos para inferir el grado macroeconómico de la inflación y la persistencia del tipo de interés. Si estos mecanismos generan movimientos contrafactuales de las variables, la estimación tratará de cancelar estas características produciendo pequeños grados de indexación y moderación de la tasa de interés.

La introducción de hábitos crea una relación entre el tipo de interés y la tasa de crecimiento del consumo. Al utilizar la tasa de crecimiento del consumo en vez de su nivel, el modelo generará una respuesta con forma de joroba cuando la economía

---

<sup>3</sup> La descripción del modelo central sigue a Gilchrist y Saito (2006) quienes se basan en BGG (1999).

está distorsionada por los choques de oferta y demanda.<sup>4</sup> Los costos de ajustes de crecimiento de la inversión implican que los precios de los activos –el valor del capital vigente– se incrementan durante las expansiones económicas de manera congruente con el comportamiento observado en los datos.

El modelo también incluirá cinco distorsiones exógenas: factor de descuento, prima de riesgo de crédito, gasto del gobierno, tecnología neutral y política monetaria. Aparte de estos choques, al analizar el prototipo del modelo neokeynesiano en Smets y Wouters (2007), Chari, Kehoe y McGrattan (2009) tildan los choques de prima de riesgo de crédito y de gasto del gobierno como no estructurales.<sup>5</sup> Un choque de gasto de gobierno estructural requeriría de una descripción del aspecto fiscal junto con una especificación de economía abierta para evitar contabilizar las exportaciones netas como gastos del gobierno, algo que está fuera del alcance del presente documento ya que este margen no es nuestro interés principal. Sin embargo, como se demuestra a continuación, abordo directamente el tema de tener un choque de prima de riesgo estructural dentro de nuestro modelo con imperfecciones del mercado de crédito.

La versión log-lineal del modelo se presenta en el apéndice 1.

### 3.1 Hogares

Los hogares consumen, guardan dinero, ahorran en forma de bonos sin riesgo de un periodo cuya tasa de rendimiento nominal se conoce al momento de la compra, y ofrecen trabajo a los empresarios que gestionan la producción de bienes mayoristas.

Las preferencias están dadas por

---

<sup>4</sup> Dennis (2009) analiza en detalle la introducción de hábitos de consumo en los modelos neokeynesianos de ciclos económicos.

<sup>5</sup> Chari, Kehoe y McGrattan (2009) también objetan los choques en los márgenes de salario y márgenes de precio en Smets y Wouters (2007), los cuales no están incluidos en el presente artículo.

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \zeta_{C,t} \left\{ \ln(C_t - bC_{t-1}) - \nu \frac{H_t^{1+\gamma}}{1+\gamma} + \xi \ln \frac{M_t}{P_t} \right\},$$

donde  $C_t$  es el consumo,  $H_t$  representa las horas trabajadas,  $\frac{M_t}{P_t}$  son los saldos reales adquiridos en un periodo  $t$  y llevados al periodo  $t+1$ ,  $\zeta_{C,t}$  es un choque exógeno de las preferencias en el tiempo  $t$ , y  $\nu$ ,  $\gamma$  y  $\xi$  son parámetros positivos que representan el inverso de la elasticidad de Frisch de la oferta laboral, la preferencia relativa por el trabajo, y la preferencia relativa por saldos reales de dinero, respectivamente. Las preferencias de consumo exhiben la formación de hábitos reflejados por  $b$ .

La restricción presupuestaria está dada por

$$C_t = \frac{W_t}{P_t} H_t + \text{Utilidades}_t - T_t - \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} - \frac{B_{t+1} - R_t^n B_t}{P_t},$$

donde  $W_t$  es el salario nominal que devengan las familias por el trabajo que ofrecen,  $\text{Utilidades}_t$  son los dividendos reales de la propiedad de empresas minoristas,  $T_t$  son impuestos de cuota fija,  $B_{t+1}$  es un bono libre de riesgo que se conserva durante el periodo  $t$  y el periodo  $t+1$ , y  $R_t^n$  es la tasa de rendimiento nominal del bono libre de riesgo mantenido entre el periodo  $t-1$  y el periodo  $t$ .

Las condiciones de primer orden para el problema de optimización de las familias incluyen

$$1 \quad \lambda_t = \frac{\zeta_{C,t}}{C_t - bC_{t-1}} - \beta b E_t \left[ \frac{\zeta_{C,t+1}}{C_{t+1} - bC_t} \right],$$

$$2 \quad \xi \frac{\zeta_{C,t}}{M_t} = -\lambda_t + \beta E_t \left[ \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right],$$

$$3 \quad \lambda_t E_t \left[ \frac{P_{t+1}}{P_t} \right] = \beta E_t \left[ \lambda_{t+1} R_{t+1}^n \right],$$

$$4 \quad \lambda_t \frac{W_t}{P_t} = \zeta_{C,t} \nu H_t^\gamma.$$

donde  $\lambda_t$  es el multiplicador sobre la restricción presupuestaria determinado por la ecuación 1.

Las ecuaciones 2 y 3 proveen las condiciones de optimalidad para los saldos reales de dinero y tenencias de bonos, respectivamente. La ecuación 4 provee la condición de optimalidad para la oferta de trabajo. A partir de estas condiciones de primer orden, podemos apreciar que el choque exógeno a las preferencias intertemporales,  $\zeta_{c,t}$ , afecta la utilidad marginal del consumo, la utilidad marginal de los saldos reales de dinero real, y la desutilidad marginal del trabajo. Por lo tanto, este choque de preferencia intertemporal afecta al consumo y el ahorro, a diferencia del choque incluido en Smets y Wouters (2007) que también afecta a la inversión generando una cuña entre la tasa de interés controlada por el banco central y el rendimiento sobre los activos en posesión de las familias. En nuestro modelo, serán los choques de mercado de crédito los que afectarán a la decisión de inversión.

### 3.2 Empresarios

Los empresarios se introducen para generar el vínculo entre el sector real y el financiero de la economía ya que su financiamiento está afectado por la información asimétrica. Existe un continuo de empresarios que gestionan la producción de bienes mayoristas. La producción de artículos mayoristas usa el capital construido por productores de capital y por el trabajo ofrecido por las familias y por los empresarios. Los empresarios compran capital de los productores de bienes de capital, y financian los gastos de capital con valor neto empresarial (finanzas internas) y deuda (finanzas externas). Introducimos las imperfecciones del mercado financiero que hacen que el costo de los fondos externos dependa de las condiciones del balance general de los empresarios.

Los empresarios son neutrales al riesgo y descuentan el futuro a una tasa  $\beta$ . Dado el alto rendimiento de los fondos internos, van a posponer el consumo de manera indefinida deshaciendo

las malas distribuciones de capital. Para registrar la entrada y salida de empresas y para garantizar que los empresarios no acumulan fondos suficientes para financiar sus gastos de capital enteramente con su valor neto, asumimos que estos tienen un periodo de vida finita. En particular, suponemos que cada empresario sobrevive hasta el próximo periodo con probabilidad  $\eta$ . Los nuevos empresarios ingresan para reemplazar a aquellos que salen. A fin de garantizar que los nuevos empresarios tengan algunos fondos disponibles cuando empiezan, cada empresario está dotado con  $H_t^e$  unidades de trabajo que se ofrecen inelásticamente como un factor de producción para la elaboración de productos mayoristas a un salario nominal empresarial  $W_t^e$ . Aquí estamos asumiendo la existencia de un mercado de trabajo empresarial.

El empresario empieza cualquier periodo  $t$  con capital,  $K_t$ , adquirido de los productores de capital al final del periodo  $t-1$ , y produce productos mayoristas,  $Y_t$ , con trabajo y capital. El trabajo,  $L_t$ , está compuesto del trabajo familiar  $H_t$  y del trabajo empresarial  $H_t^e$ , según

$$L_t = H_t^{1-\Omega} (H_t^e)^\Omega,$$

donde  $\Omega$  es la participación del trabajo empresarial en el total de la fuerza de trabajo.

El proyecto del empresario está sujeto a un choque idiosincrásico,  $\omega_t$ , el cual afecta tanto a la producción de bienes mayoristas como a la cantidad efectiva de capital conservado por el empresario. Asumimos que  $\omega_t$  está i.i.d. (independiente e idénticamente distribuido) a lo largo de los empresarios y del tiempo, satisfaciendo  $E_t[\omega_t] = 1$  y con una distribución normal con desviación estándar  $\sigma_\omega$ . A medida que esta desviación estándar se incrementa, los problemas de costos de agencia se tornan más graves. A continuación consideraremos las innovaciones inesperadas a esta desviación estándar y las llamaremos choques de prima de riesgo de crédito. La producción de los bienes mayoristas está dada por:

5

$$Y_t = \omega_t (A_t L_t)^\alpha K_t^{1-\alpha},$$

donde  $A_t$  es la tecnología exógena común a todos los empresarios y  $\alpha$  es la participación del trabajo en la función de producción. Sea  $P_{W,t}$  el precio nominal para los productos mayoristas,  $Q_t$  denota el precio de capital relativo al precio agregado  $P_t$  que se definirá posteriormente, y  $\delta$  es la tasa de depreciación. El ingreso real del empresario en el periodo  $t$  es la suma de los ingresos de producción y el valor real del capital sin depreciar dado por

$$\omega_t \left( \frac{P_{W,t}}{P_t} (A_t H_t^{1-\Omega} (H_t^e)^\Omega)^\alpha K_t^{1-\alpha} + Q_t (1-\delta) K_t \right).$$

En cualquier periodo  $t$ , el empresario elige la demanda de trabajo de los hogares y el trabajo empresarial para maximizar los beneficios dado el capital adquirido en el periodo anterior. A continuación, cuando derivamos el contrato financiero, especificamos cómo se elige el capital, al mismo tiempo que las condiciones de primer orden para los aportes de trabajo son

6

$$\alpha(1-\Omega) \frac{Y_t}{H_t} = \frac{W_t}{P_{W,t}},$$

y

7

$$\alpha \Omega \frac{Y_t}{H_t} = \frac{W_t^e}{P_{W,t}}.$$

Al final del periodo  $t$ , después de la producción de bienes mayoristas, el empresario compra capital  $K_{t+1}$  de los productores de capital a un precio  $Q_t$ . El capital se usa como un factor de producción en la elaboración de productos mayoristas en el periodo  $t+1$ . El empresario financia la compra del capital  $Q_t K_{t+1}$  en parte con un valor neto  $N_{t+1}$  y en parte emitiendo deuda nominal  $B_{t+1}$ , ambos determinados al final del periodo  $t$ , donde la deuda en términos reales está dada por

$$\frac{B_{t+1}}{P_t} = Q_t K_{t+1} - N_{t+1}.$$

La decisión de compra de capital del empresario depende de la tasa esperada de rendimiento sobre el capital y del costo marginal esperado de financiamiento. Por definición, la tasa real de rendimiento de capital entre el periodo  $t$  y el periodo  $t+1$ ,  $R_{t+1}^k$ , depende del beneficio marginal de la producción de bienes mayoristas y de la ganancia de capital según

$$8 \quad R_{t+1}^k = \frac{\omega_{t+1} \left[ \frac{P_{W,t+1}}{P_{t+1}} (1-\alpha) \frac{\bar{Y}_{t+1}}{K_{t+1}} + (1-\delta) Q_{t+1} \right]}{Q_t},$$

donde  $\bar{Y}_{t+1}$  es la producción promedio de producto por empresario ( $Y_{t+1} = \omega_{t+1} \bar{Y}_{t+1}$ ). Según nuestro supuesto de  $E_t \omega_{t+1} = 1$ , la tasa real esperada de rendimiento de capital,  $E_t R_{t+1}^k$ , está dada por

$$9 \quad E_t R_{t+1}^k = E_t \left[ \frac{\frac{P_{W,t+1}}{P_{t+1}} (1-\alpha) \frac{\bar{Y}_{t+1}}{K_{t+1}} + (1-\delta) Q_{t+1}}{Q_t} \right].$$

Las ecuaciones 8 y 9 sugieren que los cambios inesperados en los precios de los activos son la fuente principal de los cambios inesperados en la tasa real de rendimiento sobre el capital al considerar la diferencia entre la tasa de rendimiento sobre el capital en el periodo  $t$ ,  $R_t^k$ , y la tasa de rendimiento sobre el capital anticipada en el periodo anterior,  $E_{t-1} R_t^k$ , donde esta última es el costo marginal de fondos externos entre el periodo  $t-1$  y  $t$ .

Como queda demostrado a continuación, ante imperfecciones en el mercado financiero, el costo marginal de los fondos externos depende de la situación del balance general del empresario. Como en BGG, suponemos que hay información asimétrica entre los prestatarios (empresarios) y los prestamistas y un CSV. Específicamente, el choque idiosincrásico a los empresarios,  $\omega_{t+1}$ , es información privada de estos. Para observar esto, el prestamista debe pagar un costo de auditoría que es una proporción fija  $\mu$  del rendimiento bruto del capital retenido por el empresario:  $\mu R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}$ . El empresario y



el prestamista negocian el contrato financiero que induce al empresario a no presentar erróneamente sus ingresos y que minimiza los costos esperados de auditoría en que incurre el prestamista. Restringimos la atención a los contratos financieros que se negocian por un periodo a la vez y que ofrecen a los prestamistas una indemnización independiente del riesgo agregado. Conforme a estos supuestos, el contrato óptimo es un contrato de deuda estándar con quiebra costosa: si el empresario no deja de pagar, el prestamista recibe un pago fijo independientemente de la realización del choque idiosincrásico  $\omega_{t+1}$ ; y si el empresario incumple, el prestamista audita y toma todo lo que encuentra.

Sea  $\bar{\omega}_{t+1}$  el valor crítico de la productividad por debajo del cual el empresario incumple con los pagos y el prestamista audita. Bajo un contrato de deuda estándar, una parte  $f(\bar{\omega}) \equiv \int \omega \varphi(\omega) d\omega - [1 - \varphi(\bar{\omega})] \bar{\omega}$  del rendimiento bruto esperado del proyecto,  $E_t \{R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}\}$ , irá el empresario, y una parte  $g(\bar{\omega}) \equiv [1 - \Phi(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega \varphi(\omega) d\omega$  irá al prestamista. Para resolver el contrato financiero, podemos resolver el problema del lado del empresario, entonces el problema de contratación al final del periodo  $t$  está dado por

$$10 \quad \max_{\kappa_t, \bar{\omega}_{t+1}} E_t \left\{ R_{t+1}^k \kappa_t f(\bar{\omega}_{t+1}) \right\}$$

sujeto a

$$11 \quad E_t \left\{ R_{t+1}^k g(\bar{\omega}_{t+1}) \frac{\kappa_t}{\kappa_t - 1} \lambda_{t+1} \right\} \geq R_{t+1}^n E_t \left\{ \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\},$$

donde por razones de conveniencia expresamos este problema en términos de apalancamiento denotado por  $\kappa_t \equiv \left( \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \right)$  con  $N_{t+1}$ , que indica el valor neto empresarial del periodo siguiente.

El lado izquierdo de la expresión 11 es el rendimiento esperado del prestamista y el lado derecho es el rendimiento real requerido para participar en el contrato. Las condiciones de optimalidad para el valor crítico de la productividad,  $\bar{\omega}_{t+1}$ , la tasa de apalancamiento,  $\kappa_t$ , y la restricción de participación son

$$12 \quad E_t \left\{ R_{t+1}^k \kappa_t f'(\bar{\omega}_{t+1}) \right\} = \Xi_t E_t \left\{ R_{t+1}^k g'(\bar{\omega}_{t+1}) \frac{\kappa_t}{\kappa_t - 1} \lambda_{t+1} \right\},$$

$$13 \quad E_t \left\{ R_{t+1}^k f(\bar{\omega}_{t+1}) \right\} = -\Xi_t \frac{1}{(\kappa_t - 1)^2} E_t \left\{ R_{t+1}^k g(\bar{\omega}_{t+1}) \lambda_{t+1} \right\},$$

$$14 \quad E_t \left\{ R_{t+1}^k g(\bar{\omega}_{t+1}) \frac{\kappa_t}{\kappa_t - 1} \lambda_{t+1} \right\} = R_{t+1}^n E_t \left\{ \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\},$$

donde  $\Xi_t$  es el multiplicador de la restricción de participación del prestamista. La ecuación 12 equipara el costo marginal de un incremento en el valor crítico de la productividad, lo cual disminuye el rendimiento marginal del empresario, en el lado izquierdo, con el beneficio marginal de una restricción de participación más laxa del prestamista. La ecuación 13 equipara el beneficio marginal del apalancamiento aumentado en términos de rendimiento neto total esperado, en el lado izquierdo, con el costo marginal de una restricción en la participación más ajustada. La ecuación 14 da la restricción de participación con igualdad que se conservará dada la neutralidad al riesgo de los empresarios. Usando la ecuación 12 y la ecuación 14 podemos expresar la ecuación 13 como

$$13' \quad \frac{E_t \left\{ R_{t+1}^k f(\bar{\omega}_{t+1}) \right\}}{R_{t+1}^n E_t \left\{ \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}} = - \left[ \frac{E_t \left\{ R_{t+1}^k f'(\bar{\omega}_{t+1}) \right\}}{E_t \left\{ R_{t+1}^k g'(\bar{\omega}_{t+1}) \lambda_{t+1} \right\}} \right] \frac{1}{\kappa_t}.$$

En equilibrio, el costo de los fondos externos entre el periodo  $t$  y el periodo  $t+1$  es equivalente a la tasa real de rendimiento del capital esperada (9), donde  $s_t$  denota la prima de financiamiento externo del prestatario, dada por la relación entre el costo para el empresario de los fondos externos y el

costo de oportunidad de los fondos internos, donde este último equivale al costo de los fondos en ausencia de imperfecciones del mercado financiero  $E_t \left\{ R_{t+1}^n \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}$ . Así,  $s_t$  se define como

$$15 \quad s_t = \frac{E_t \left\{ R_{t+1}^k \right\}}{E_t \left\{ R_{t+1}^n \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}},$$

El problema de agencia presentado anteriormente y en parte resumido en la ecuación 13' implica que el costo de los fondos externos depende de la posición financiera de los prestatarios. En particular, la prima de financiamiento externo se incrementa cuando una fracción más pequeña de los gastos de capital se financia mediante el valor neto del empresario:

$$16 \quad s_t = s \left( \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \right) = s(\kappa_t),$$

donde  $s(\cdot)$  es una función creciente para  $\kappa > 1$ . Para derivar la forma específica de la función  $s(\cdot)$ , se toman las ecuaciones log-linealizadas 13' y 14 en torno al estado estacionario para obtener

$$13'' \quad E_t \left\{ r_{t+1}^k \right\} - (r_{t+1}^n - E_t \left\{ \pi_{t+1} \right\}) = (\Psi - \theta_f) E_t \bar{\omega}_{t+1} - \kappa_t$$

y

$$14' \quad E_t \left\{ r_{t+1}^k \right\} - (r_{t+1}^n - E_t \left\{ \pi_{t+1} \right\}) = \left( \frac{1}{\kappa - 1} \right) \kappa_t - \theta_g E_t \bar{\omega}_{t+1},$$

donde las letras minúsculas  $r_t^k$ ,  $r_t^n$ , y,  $\pi_t$  denotan las desviaciones logarítmicas de los estados estacionarios de las variables correspondientes en letras mayúsculas. Además, usando  $\bar{\omega}$  para denotar el valor crítico de la productividad en estado estacionario, definimos  $F(\bar{\omega}_{t+1}) \equiv \frac{-f'(\bar{\omega}_{t+1})}{g'(\bar{\omega}_{t+1})}$ ,  $\Psi \equiv \frac{\bar{\omega} F'(\bar{\omega})}{F(\bar{\omega})} > 0$ ,

$\theta_g \equiv \frac{\bar{\omega}g'(\bar{\omega})}{g(\bar{\omega})}$ , con  $0 < \theta_g < 1$ , y  $\theta_f \equiv \frac{\bar{\omega}f'(\bar{\omega})}{f(\bar{\omega})} < 0$ . Resolviendo 13'' y 14' obtenemos

$$17 \quad E_t \bar{\omega}_{t+1} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{1}{(\Psi - \theta_f + \theta_g)} \kappa_t$$

y

$$18 \quad E_t \{r_{t+1}^k\} - (r_{t+1}^n - E_t \{\pi_{t+1}\}) = \left[ \frac{(\Psi - \theta_f + \theta_g) - \kappa \theta_g}{(\kappa - 1)(\Psi - \theta_f + \theta_g)} \right] \kappa_t = \chi \kappa_t.$$

La ecuación 18 muestra que la elasticidad de la prima de financiamiento externo con respecto al apalancamiento, reflejada por el término  $\chi \equiv \left[ \frac{(\Psi - \theta_f + \theta_g) - \kappa \theta_g}{(\kappa - 1)(\Psi - \theta_f + \theta_g)} \right]$ , depende de los parámetros primitivos del problema CSV, incluyendo el parámetro de costo de quiebra  $\mu$  y la distribución del choque idiosincrásico  $\omega_t$ . Sin embargo, la misma expresión demuestra que podemos adoptar la siguiente forma funcional simplificada para la determinación de la prima de financiamiento externo:

$$19 \quad s_t = \frac{E_t \{R_{t+1}^k\}}{E_t \left\{ R_{t+1}^n \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}} = \zeta_{s,t} \left( \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \right)^\chi,$$

donde  $\chi > 0$  es la elasticidad de la prima de financiamiento externo con respecto al apalancamiento,  $\frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}}$ , congruente con el contrato financiero microestructurado. En esta expresión, hemos agregado un choque exógeno en la prima de financiamiento externo en el tiempo  $t$ ,  $\zeta_{s,t}$ , el cual es fundamentalmente equivalente a un choque en la desviación estándar de la distribución de la productividad empresarial,  $\sigma_\omega$ , que agrava los problemas de imperfecciones en el mercado

de crédito. Por lo tanto, dentro del contexto del problema de costos de agencia propuesto en este modelo, y de manera similar con CMR, este choque de prima de riesgo de crédito es estructural y tiene una clara interpretación económica en contraste con el choque de forma reducida incluido en Smets y Wouters (2007).

El valor neto agregado de los empresarios al final del periodo  $t$  es la suma del capital accionario de los empresarios que sobrevivieron al periodo  $t-1$  y el salario empresarial agregado, que consiste en el salario devengado por los empresarios que sobrevivieron al periodo  $t-1$  y el salario devengado por los nuevos empresarios que surgieron en el periodo  $t$  de acuerdo con

$$\begin{aligned}
 N_{t+1} &= \eta \left( R_t^k Q_{t-1} K_t - E_{t-1} R_t^k \frac{B_t}{P_t} \right) + \frac{W_t^e}{P_t} \\
 &= \eta \left( R_t^k Q_{t-1} K_t - E_{t-1} R_t^k (Q_{t-1} K_t - N_t) \right) + \frac{W_t^e}{P_t},
 \end{aligned}$$

donde la segunda línea usó la relación  $Q_{t-1} K_t = N_t + \frac{B_t}{P_{t-1}}$ .

Las ecuaciones 8, 9, 19 y 20 proporcionan el mecanismo de acelerador financiero. Como ya se explicó a partir de las ecuaciones 8 y 9, los cambios inesperados en los precios de los activos son la principal fuente de cambios en el rendimiento del capital retroactivo (*ex post*). A su vez, la ecuación 20 sugiere que estos movimientos inesperados en la tasa real de rendimiento del capital son la principal causa de los cambios en el valor neto empresarial, bajo la calibración de que el salario empresarial es pequeño. Finalmente, la ecuación 18 implica que un cambio en el apalancamiento es la causa principal en la prima de financiamiento externo. Así, los movimientos en los precios de los activos desempeñan un papel clave en el mecanismo de acelerador financiero.

Los empresarios que salieron del negocio en el periodo  $t$  consumen el capital residual según

$$C_t^e = (1 - \eta) \left( R_t^k Q_{t-1} K_t - E_{t-1} R_t^k \frac{B_t}{P_{t-1}} \right),$$

donde  $C_t^e$  es el consumo agregado de los empresarios que salen en el periodo  $t$ .

En general, el mecanismo de acelerador financiero implica que un incremento inesperado de los precios de los activos aumenta el valor neto de los empresarios y mejora las condiciones de su balance general. Esto a la vez reduce la prima de financiamiento externo e incrementa la demanda de capital por parte de estos empresarios. En equilibrio, el precio del capital aumenta más y los productores de capital incrementan la producción de nuevo capital. Este aumento adicional en los precios de los activos fortalece el mecanismo recién descrito. Así, el movimiento anticíclico en la prima de financiamiento externo implicado por las imperfecciones del mercado financiero magnifica los efectos de los choques a la economía.

### 3.3 Productores de capital

Los productores de capital se introducen para descentralizar el proceso de acumulación de capital.<sup>6</sup> Los productores de capital usan tanto los productos de inversión final  $I_t$  como el capital existente  $K_t$  para construir nuevo capital  $K_{t+1}$ . Ellos arriendan el capital existente de los empresarios. Como en Christiano, Eichenbaum y Evans (2005), la producción de capital está sujeta a los costos de ajuste, los cuales se supone que son una función del crecimiento de la inversión  $\frac{I_t}{I_{t-1}}$ . La ecuación de la acumulación agregada de capital está dada por

---

<sup>6</sup> En esta versión del modelo, la acumulación del capital podrían realizarla de igual modo directamente las familias sin diferencias en los resultados. Sin embargo, cuando se introducen los choques de tecnología específicos de la inversión, junto con los choques en las preferencias, podría ser beneficioso tener un agente diferente a cargo del proceso de acumulación de capital para tener un choque que afecte a la ecuación de consumo de Euler y un choque diferente que afecte a la ecuación de inversión de Euler.

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t - \psi \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) I_t,$$

donde  $\psi(\cdot)$  es una función con la propiedad que en estado estacionario  $\psi = \psi' = 0$ , y  $\psi'' > 0$ . A continuación, en la estimación, usaremos datos para inferir el valor de  $\psi''$ , el cual tiene dos efectos contrastantes ya que los costos de ajuste más altos disminuyen la respuesta de la inversión a los choques agregados, pero implican movimientos más grandes en el precio del capital instalado y con esto mayores efectos de acelerador financiero cuando se consideran los costos de agencia.<sup>7</sup>

Tomando como dado el precio relativo del capital  $Q_t$ , los productores de capital eligen los factores de producción  $I_t$  y  $K_t$  para maximizar beneficios a partir de la formación de nuevo capital de acuerdo con

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \left\{ Q_t \left[ (1 - \delta)K_t + I_t - \psi \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) I_t \right] - Q_t (1 - \delta)K_t - P_t I_t \right\},$$

donde  $\lambda_t$  es el multiplicador de la restricción presupuestaria de los hogares.

### 3.4 Minoristas

Los minoristas se introducen principalmente para generar rigideces de precios. Existe un continuo de minoristas que actúan en un contexto de competencia monopolística distribuidos uniformemente en el intervalo  $[0, 1]$ . Los minoristas compran productos mayoristas de los empresarios de manera competitiva y luego diferencian levemente el producto a un costo de recurso cero.

Sea  $Y_t(z)$  los productos de reventa vendidos por el minorista

<sup>7</sup> Siguiendo la sugerencia de un árbitro anónimo, se podría considerar la introducción de los costos de ajuste para el crecimiento de la inversión asumiendo que el capital es un factor con oferta semi-fija, al menos a corto plazo, y por lo tanto todos los cambios en la demanda se verán totalmente reflejados en los precios.

$z$ , y que  $P_t(z)$  sea su precio nominal. Los productos finales,  $Y_t$ , son la combinación de los productos individuales de reventa.

$$Y_t = \left[ \int_0^1 Y_t(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}},$$

donde  $\varepsilon > 0$  determina la elasticidad de la demanda entre las variedades de  $z$ . El índice de precio correspondiente,  $P_t$ , está dado por

$$P_t = \left[ \int_0^1 P_t(z)^{1-\varepsilon} dz \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}.$$

Los hogares, productores de capital y el gobierno demandan bienes finales.

Cada minorista se enfrenta a una curva de demanda isoelástica dada por

23

$$Y_t(z) = \left( \frac{P(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t.$$

Como en Calvo (1983), cada revendedor reajusta el precio con probabilidad  $(1-\theta)$ , independientemente del tiempo transcurrido desde el último ajuste de precio. Así, en cada periodo, una fracción  $(1-\theta)$  de revendedores ajusta sus precios, mientras que la fracción  $\theta$  restante indiza sus precios de acuerdo con la inflación pasada  $\Pi_{t-1} = \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}$  con un grado de persistencia  $\rho_\pi$ . El costo marginal real de los revendedores para producir una unidad de producto de reventa es el precio de los productos mayoristas en relación con el precio de los productos finales  $\left( \frac{P_{W,t}}{P_t} \right)$ . Cada revendedor toma la curva de demanda 23 y el precio de los productos mayoristas como dados y fija el precio de reventa  $P_t(z)$ . Ante la posibilidad de reajustar sus precios en el periodo  $t$ , todos los revendedores eligen el mismo precio  $P_t^*$  dado por



24

$$P_t^* = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Lambda_{t,i} P_{W,t+i} Y_{t+i} \left( \frac{1}{P_{t+i}} \right)^{1-\varepsilon}}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Lambda_{t,i} Y_{t+i} \left( \frac{1}{P_{t+i}} \right)^{1-\varepsilon}},$$

donde  $\Lambda_{t,i} = \frac{\beta^i \lambda_t}{\lambda_{t+i}}$  es el factor de descuento estocástico que los revendedores toman como dado.

El precio agregado evoluciona de acuerdo con

25

$$P_t = \left[ \theta \left( \Pi_{t-1}^{\rho_\pi} P_{t-1} \right)^{1-\varepsilon} + (1-\theta) (P_t^*)^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}.$$

Al combinar las ecuaciones 24 y 25 se produce la forma canónica de la nueva curva de Phillips con base en la nueva optimización que surge de un entorno de fijación de precios escalonada dependiente del tiempo.

### 3.5 Restricción del recurso agregado

La restricción de recursos agregados para los productos finales es

26

$$Y_t = C_t + C_t^e + I_t + G_t + \mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega dF(\omega) R_t^k Q_{t-1} K_t,$$

donde  $G_t$  es el gasto de gobierno que asumimos como exógeno, mientras que  $\mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega dF(\omega) R_t^k Q_{t-1} K_t$  corresponde a los costos agregados de supervisión.<sup>8</sup>

### 3.6 Gobierno

El gasto exógeno del gobierno  $G_t$  se financia con impuestos de cuota fija  $T_t$  y de la creación de dinero según

<sup>8</sup> En el ejercicio numérico, suponemos que los costos de recursos reales por quiebra son pequeños.

27

$$G_t = \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} + T_t.$$

El acervo de dinero se ajusta para apoyar la regla de tasa de interés especificada a continuación. Los impuestos de cuota fija se ajustan para satisfacer la restricción de presupuesto del gobierno.<sup>9</sup>

### 3.7 Política monetaria

La autoridad monetaria conduce la política monetaria usando la siguiente regla de tipo de interés.

28

$$\left( \frac{R_t^n}{R^n} \right) = \left[ \frac{R_{t-1}^n}{R^n} \right]^{\rho_{r^n}} \left[ \Pi_t^{\gamma_\pi} \left( \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \right)^{\gamma_y} \right]^{1-\rho_{r^n}} \zeta_{r^n,t},$$

donde  $R^n$  es el tipo de interés nominal de estado estacionario pagado sobre el bono de un periodo,  $\rho_{r^n}$  refleja el grado de moderación en el ajuste del tipo de interés,  $\Pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$  es inflación,

$\gamma_\pi$  es el peso sobre la inflación,  $\gamma_y$  es el peso del crecimiento del producto, y  $\zeta_{r^n,t}$  es un choque de política monetaria.

### 3.8 Choques

Se supone que las perturbaciones exógenas al factor de descuento, la crisis financiera, el gasto del gobierno y la tecnología obedecen a procesos autorregresivo según:

$$\ln(\zeta_{C,t}) = \rho_{\zeta_C} \ln(\zeta_{C,t-1}) + \varepsilon_t^{\zeta_C}$$

$$\ln(\zeta_{S,t}) = \rho_{\zeta_S} \ln(\zeta_{S,t-1}) + \varepsilon_t^{\zeta_S}$$

<sup>9</sup> Como se expone anteriormente, dado que la configuración de esta economía es un modelo de economía cerrada, el gasto de gobierno registrará el residual de la demanda agregada incluyendo las exportaciones netas.

$$\ln(G_t) = \rho_g \ln(G_{t-1}) + \varepsilon_t^g$$

$$\ln(A_t) = \rho_a \ln(A_{t-1}) + \varepsilon_t^a$$

mientras que el choque de política monetaria es i.i.d.:

$$\zeta_{r^n,t} = \varepsilon_t^{r^n}.$$

Todos los choques  $\{\varepsilon_t^{\zeta_c}, \varepsilon_t^{\zeta_s}, \varepsilon_t^g, \varepsilon_t^a, \varepsilon_t^{r^n}\}$  se suponen distribuidos normalmente con una media cero y desviaciones estándar  $\{\sigma_{\zeta_c}, \sigma_{\zeta_s}, \sigma_g, \sigma_a, \sigma_{r^n}\}$ , respectivamente.

#### 4. ESTRATEGIA DE ESTIMACIÓN Y APLICACIÓN EMPÍRICA

El modelo presentado anteriormente se estima usando métodos bayesianos.<sup>10</sup> Esta sección describe los métodos y parámetros usados para esta estimación.

##### 4.1 La estimación bayesiana del modelo EGDE

El objeto del interés es el vector de parámetros

$$\varphi = \{b, \theta, \psi, \chi, \gamma_\pi, \rho_{r^n}, \rho_\pi, \rho_{\zeta_c}, \rho_{\zeta_s}, \rho_g, \rho_a, \sigma_{r^n}, \sigma_{\zeta_c}, \sigma_{\zeta_s}, \sigma_g, \sigma_a\}.$$

Dada un vector con valores establecidos a priori  $p(\varphi)$ , la densidad posterior de los parámetros del modelo está dada por

$$p(\varphi|Y^T) = \frac{L(\varphi|Y^T)p(\varphi)}{\int L(\varphi|Y^T)p(\varphi)d\varphi},$$

donde  $L(\varphi|Y^T)$  es la probabilidad condicional sobre los datos observados  $Y^T = \{Y_1, \dots, Y_T\}$ . En nuestro caso

---

<sup>10</sup> Se encuentra una descripción detallada de los métodos en An y Schorfheide (2007). Los tratamientos en los libros de texto están disponibles en Canova (2007) y Dejong y Dave (2007).

$Y_t = [\Delta y_t + a_t, \Delta i_t + a_t, 4\pi_t, 4R_t^n, 4s_t]'$  para  $t = 1, \dots, T$ , donde  $\Delta y_t + a_t$  es la tasa de crecimiento del producto real,  $\Delta i_t + a_t$  es la tasa de crecimiento de la inversión real,  $4\pi_t$  es la inflación anualizada del IPC,  $4R_t^n$  es la tasa de los fondos federales efectivos anualizada, y  $4s_t$  es la prima de financiamiento externo anualizada de Gilchrist, Ortiz y Zakrajšek (2008).

La función de probabilidad se computa según el supuesto de perturbaciones distribuidas normalmente combinando la representación estado-espacio implicada por la solución del modelo lineal de expectativas racionales y el filtro de Kalman. Se obtienen muestreos (*draws*) posteriores usando los métodos Monte Carlo basados en cadenas de Markov. Luego de obtener una aproximación para la moda posterior, se usa un algoritmo de paseo aleatorio Metropolis con 1,000,000 iteraciones para generar muestreos posteriores. Las estimaciones puntuales y mediciones de incertidumbre para  $\varphi$  se obtienen de los valores generados.

## 4.2 Parámetros

En el análisis cualitativo fijamos un subconjunto de parámetros que determinan el estado no estocástico estacionario y que la estimación no puede plenamente identificarse y nos concentraremos en la estimación de los parámetros que describen la política monetaria, la formación de hábitos, la inversión, las rigideces de precios, el mecanismo de acelerador financiero y los procesos exógenos. Los parámetros calibrados se presentan en la próxima subsección, mientras que los valores preestablecidos para los parámetros estimados se presentan en la subsección 4.2.2.

### 4.2.1 Calibración

Los valores de los parámetros calibrados son estándar; los valores del contrato financiero provienen de BGG, mientras que los valores tecnológicos y gubernamentales coinciden con

los datos de Estados Unidos. La tasa de crecimiento de tecnología,  $g_{ss}$ , es 0.00427, la cual implica que el crecimiento de la tecnología de estado estacionario,  $A = e^{g_{ss}}$ , es 1.00428, mientras que el factor de descuento,  $\beta$ , se fija en 0.99. Estos valores implican un tipo de interés nominal de estado estacionario,  $4(R^n - 1) = 4\left(\frac{\beta}{A} - 1\right)$ , del 5.77%. El rendimiento del capital de estado estacionario,  $R^K$ , se fija en aproximadamente 1.0195, lo cual implica una prima de financiamiento anual del 2%. En la función de producción, la participación del trabajo,  $\alpha$ , es 0.65, mientras que la participación del trabajo empresarial,  $\Omega^e$ , es 0.01. La elasticidad de la desutilidad marginal del trabajo,  $1 + \gamma$ , es 1.33. La tasa de depreciación del capital,  $\delta$ , es 0.025,

**Cuadro 1**

<b>PARÁMETROS CALIBRADOS</b>		
<i>Coficiente</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor</i>
$g_{ss}$	Tasa de crecimiento promedio de la tecnología	0.00427
$\beta$	Tasa de descuento	0.99
$R_{ss}^k$	Rendimiento del capital en estado estacionario	1.0195
$\alpha$	Participación del trabajo en la producción	0.65
$\Omega^e$	Participación del trabajo empresarial	0.01
$1 + \gamma$	Elasticidad de la desutilidad marginal del trabajo	1.33
$\kappa$	Relación capital en estado estacionario respecto a valor neto	2
$\eta$	Tasa de sobrevivencia empresarial	0.9728
$\sigma_{ss}$	Desviación estándar de la distribución de la productividad empresarial	0.028
$\mu$	Costos de supervisión	0.12
$G/Y$	Coficiente gasto del gobierno en estado estacionario respecto al producto	0.2
$C^e/Y$	Coficiente del consumo empresarial en estado estacionario respecto al producto	0.01

mientras que el coeficiente de capital en estado estacionario respecto a valor neto empresarial,  $\kappa$ , se fija en 2. La tasa de supervivencia del empresario,  $\eta$ , se fija en 0.9728, la desviación estándar de la distribución de productividad empresarial,  $\sigma_{ss}$ , se fija en 0.28, y los costos de supervisión,  $\mu$ , se fijan en 0.12, para que sea congruente con la tasa trimestral de incumplimiento del 0.0075. El coeficiente del gasto del gobierno en estado estacionario respecto al producto,  $\frac{G}{Y}$ , es 0.2, mientras que el coeficiente del consumo empresarial en estado estacionario respecto al producto,  $\frac{C^e}{Y}$ , se fija en 0.01. El parámetro que controla la demanda de dinero,  $\xi$ , no afecta la dinámica del modelo ya que la autoridad monetaria proveerá cualquier suma de dinero requerida para implementar la tasa de interés nominal determinada por la regla de política. El cuadro 1 compila estos valores calibrados.

#### ***4.2.2 Valores preestablecidos a priori para los parámetros del modelo***

Son cinco las distribuciones previas usadas en la literatura de la estimación bayesiana de EGDE. Las distribuciones uniformes se usan cuando el investigador quiere limitar el rango de los parámetros, pero no quiere tomar una postura sobre la masa de valores particulares. Las distribuciones normales se usan para centrar la media anterior sin introducir sesgo en la distribución. Las distribuciones beta se usan para la mayoría de los parámetros cuyo rango está en el intervalo  $[0, 1]$  como parámetros autorregresivos. Las distribuciones gamma se usan para los parámetros limitados a ser positivos. Las distribuciones gamma inversas se usan para la desviación estándar de los choques a fin de permitir una densidad positiva en cero. En nuestro caso, como se describe a continuación, las previas se seleccionaron con base en cálculos previos y en la información disponible. La información de las previas seleccionadas

se sintetiza en la tercera y la quinta columnas del cuadro 2. El apéndice 2 muestra las distribuciones de cada parámetro.

Se supone que el parámetro de hábito,  $b$ , sigue una distribución beta con una media previa de 0.7 y una desviación estándar de 0.1. Se supone que la segunda derivada de la función del costo de ajuste con respecto al crecimiento de la inversión,  $\psi''$ , sigue una distribución gamma con una media previa de cinco y una desviación estándar de 0.5. Se supone que la elasticidad de la prima de financiamiento externo respecto a los cambios en el valor neto,  $\chi$ , sigue una distribución beta con una media anterior de 0.06 y una desviación estándar de 0.03.

A continuación, se presentan los parámetros relacionados con los precios y las políticas monetarias. Se supone que la probabilidad de Calvo de no ajuste de precios,  $\theta$ , sigue la distribución gamma con una media anterior de 0.7 y una desviación estándar de 0.1. Se supone que el grado de indexación de precios,  $\rho_\pi$ , sigue una distribución beta con una media de 0.3 y una desviación estándar de 0.1. Se asume que el componente autorregresivo de la tasa de interés nominal,  $\rho_{r,n}$ , sigue una distribución beta con una media de 0.5 y una desviación estándar de 0.2, mientras que se asume que los coeficientes de la regla de Taylor en la inflación,  $\gamma_\pi$ , y del crecimiento del producto,  $\gamma_y$ , siguen una distribución gamma con una media de 1.5 y 0.5, respectivamente y una desviación estándar común de 0.25.

Se supone que todos los parámetros autorregresivos asociados a los procesos de choque tienen una distribución beta. Se supone que las innovaciones en las preferencias,  $\rho_{\zeta_c}$ , y el mercado de crédito,  $\rho_{\zeta_s}$ , tienen una media previa de 0.5 y una desviación estándar de 0.25, mientras que la persistencia para el gasto de gobierno,  $\rho_g$ , y la tecnología,  $\rho_a$ , tienen una media previa de 0.9 y una desviación estándar de 0.1. Se supone que las desviaciones estándar de procesos de choque,  $\sigma_{\zeta_c}, \sigma_{\zeta_s}, \sigma_g, \sigma_a$ , tienen una distribución gamma inversa con una media previa de 1 y una desviación estándar de 4, siendo la única excepción la media de la desviación estándar de la innovación de la tasa de interés nominal,  $\sigma_{r,n}$  que se fija en 0.4.

## 5. RESULTADOS

En esta sección presentamos los resultados de las estimaciones, las funciones bayesianas de respuesta al impulso, la descomposición del choque histórico y la descomposición de la varianza.

### 5.1 Estimación

El cuadro 2, a continuación, sintetiza los resultados de la estimación. Los coeficientes estimados y sus descripciones se presentan en las columnas 1 y 2, las distribuciones de las densidades previas, medias y desviaciones estándar se consignan en las tres columnas siguientes. El modo posterior y los intervalos de confianza al 90% aparecen en las columnas 6 y 8 para el caso sin acelerador financiero, y en las últimas tres columnas para el caso del acelerador financiero. Las probabilidades marginales no son comparables porque el modelo sin el acelerador financiero no usa datos financieros.<sup>11</sup> En general, las estimaciones de parámetros con el mecanismo de acelerador financiero y sin él son similares. Las principales diferencias están en el grado de indexación de precios, que es más grande en el modelo sin acelerador financiero, y en la desviación estándar del choque de preferencias que es menor en el modelo sin acelerador financiero.

La estimación del parámetro de hábito,  $b$ , es 0.918, ligeramente superior en el modelo sin fricciones financieras en 0.898, sugiriendo que en presencia de imperfecciones del mercado de crédito los consumidores suavizan en mayor medida el consumo. La segunda derivada de la función de costo de ajuste con respecto al crecimiento de la inversión,  $\psi''$ , es 5.559, un

---

<sup>11</sup> Hemos estimado el modelo de acelerador no financiero usando datos financieros e incluyendo errores de medición a la prima de financiamiento externo. En este caso, son comparables las densidades de los datos logarítmicos, y el modelo con un acelerador financiero tiene una coincidencia notable con los datos ya que el modelo sin este mecanismo financiero no puede reproducir el comportamiento observado de la prima de financiamiento externo.



número más pequeño que el reportado por CMR en un modelo que también tiene tasa de utilización de capital, pero mayor que el presentado en el modelo sin fricciones financieras en 4.551. Cabe recordar que los costos de ajuste más altos reducen la respuesta de la inversión pero, por medio de los cambios en el precio del capital instalado, magnifican el acelerador financiero. En el modelo con fricciones financieras, la elasticidad de la prima de financiamiento externo con respecto a los cambios en el valor neto,  $\chi$ , se estima a 0.009, inferior a las estimaciones previas entre 0.03 y 0.1.

A continuación detallamos los parámetros relacionados con los precios y con la política monetaria. La estimación de la probabilidad de Calvo de no ajustar los precios,  $\theta$ , es 0.929, también mayor que en el modelo sin fricciones financieras de 0.896. La estimación del grado de la indexación del precio,  $\rho_\pi$ , es 0.224, muy inferior al 0.516 en el modelo sin fricciones financieras. En el modelo con fricciones financieras, el componente autorregresivo de la tasa de interés nominal,  $\rho_{r^n}$ , es 0.939, mientras que el coeficiente de la regla de Taylor sobre la inflación,  $\gamma_\pi$ , es 1.264 y el crecimiento del producto,  $\gamma_y$ , es 0.236. En el modelo sin fricciones financieras, las estimaciones son 0.903, 1.237 y 0.252, respectivamente, lo que sugiere que las diferentes dinámicas observadas entre los dos modelos no se deben a diferencias en las estimaciones de política monetaria.

En el modelo con fricciones financieras, los procesos autorregresivos implican coeficientes autorregresivos de 0.788 para las preferencias  $\rho_{\zeta_c}$ , de 0.957 para el gasto del gobierno  $\rho_g$ , de 0.980 para tecnología  $\rho_a$ , y de 0.725 para el mercado de crédito  $\rho_{\zeta_s}$ . Los procesos de choque tienen desviaciones estándar de 0.121 para el tipo de interés nominal  $\sigma_{r^n}$ , de 4.834 para las preferencias  $\sigma_{\zeta_c}$ , de 2.704 para el gasto del gobierno  $\sigma_g$ , de 0.320 para tecnología  $\sigma_a$ , y de 2.353 para las innovaciones del mercado de crédito  $\sigma_{\zeta_s}$ . En el modelo sin fricciones financieras, no se incluyen los mercados de crédito, y por lo tanto los coeficientes autorregresivos para las preferencias, gasto del gobierno y tecnología son 0.767, 0.971 y 0.991, respectivamente. Las desviaciones estándar para la tasa de interés nominal, las

Cuadro 2

**ESTIMACIONES PREVIAS Y POSTERIORES**

<i>Coefficiente</i>	<i>Descripción</i>	<i>Sin modelo del acelerador financiero<sup>1</sup></i>					<i>Modelo de acelerador financiero<sup>2</sup></i>				
		<i>Previas</i>		<i>Posteriores<sup>3</sup></i>			<i>Previas</i>		<i>Posteriores</i>		
		<i>Densidad previa<sup>4</sup></i>	<i>Media previa</i>	<i>Desviación estándar previa</i>	<i>Media posterior</i>	<i>5 %</i>	<i>95 %</i>	<i>Media posterior</i>	<i>5 %</i>	<i>95 %</i>	
$b$	Hábitos de consumo	B	0.70	0.10	0.90	0.87	0.93	0.92	0.91	0.92	
$\theta$	Probabilidad de Calvo sin ajuste de precios	G	0.70	0.10	0.90	0.88	0.91	0.93	0.92	0.94	
$\psi^n$	Costos de ajuste de la inversión	G	5.00	0.50	4.55	3.84	5.31	5.56	4.57	6.47	
$\chi$	Elasticidad de la prima de financiamiento externo respecto al apalancamiento	B	0.06	0.03	-	-	-	0.009	0.008	0.011	
$\rho_\pi$	Grado de indización de precios	B	0.30	0.10	0.52	0.34	0.67	0.22	0.11	0.34	
$\gamma_\pi$	Inflación en la regla de Taylor	G	1.50	0.25	1.24	1.11	1.37	1.26	1.00	1.49	
$\gamma_y$	Crecimiento del producto en la regla de Taylor	G	0.50	0.25	0.25	0.07	0.43	0.24	0.08	0.38	
$\rho_{r^n}$	Moderación en la regla de Taylor	B	0.90	0.10	0.90	0.88	0.93	0.94	0.93	0.95	
$\rho_g$	Gasto del gobierno	B	0.90	0.10	0.97	0.94	1.00	0.96	0.92	1.00	
$\rho_a$	Crecimiento de la tecnología neutral	B	0.90	0.10	0.99	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98	

*Densidad de datos logarítmicos*

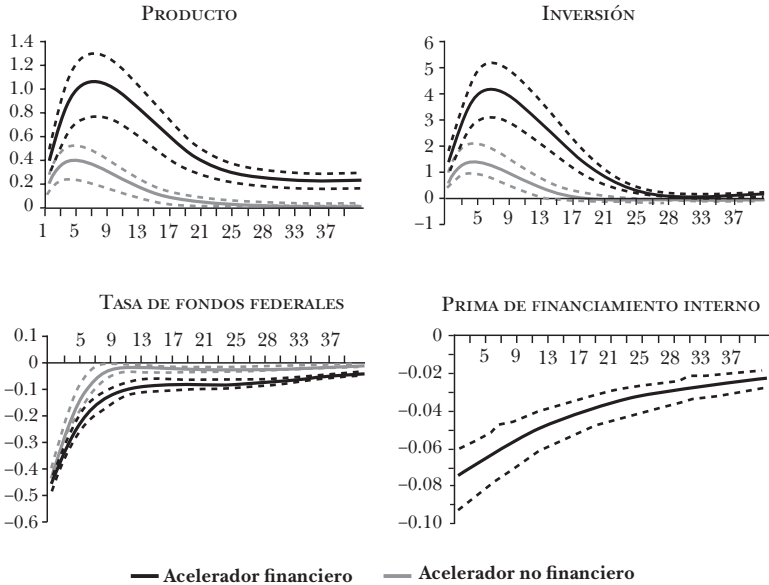
$\rho_{\zeta^c}$	B	0.50	0.25	0.77	0.70	0.85	0.79	0.76	0.81	
$\rho_{\zeta^s}$	B	0.50	0.25	-	-	-	0.73	0.71	0.76	
<i>Desviación estándar de los choques</i>										
		<i>Densidad previa</i>	<i>Media previa</i>	<i>Desviación estándar previa</i>	<i>Media posterior</i>	<i>5%</i>	<i>95%</i>	<i>Media posterior</i>	<i>5%</i>	<i>95%</i>
$\sigma_{\eta}$		I	0.40	4.00	0.12	0.11	0.14	0.12	0.11	0.14
$\sigma_g$		I	1.00	4.00	2.84	2.45	3.22	2.70	2.31	3.22
$\sigma_a$		I	1.00	4.00	0.21	0.16	0.26	0.32	0.21	0.43
$\sigma_{\zeta^c}$		I	1.00	4.00	3.59	2.16	5.00	4.83	4.60	5.00
$\sigma_{\zeta^s}$		I	1.00	4.00	-	-	-	2.35	1.83	2.83

Nota: coeficientes calibrados: crecimiento promedio de la tecnología  $g_s = 0.00427$ , factor de descuento  $\beta = 0.99$ , participación del trabajo en la producción  $\alpha = 0.65$ , participación del trabajo empresarial  $\Omega e = 0.01$ , desutilidad marginal del trabajo  $\gamma = 0.33$ , tasa de depreciación  $\delta = 0.025$ , coeficiente del gasto del gobierno en estado estacionario respecto al producto  $G/Y = 0.2$ , y coeficiente del consumo empresarial en estado estacionario respecto al producto  $C_e/Y = 0.01$ . Para el modelo del acelerador financiero también se calibraron los siguientes parámetros: la tasa de supervivencia empresarial  $\eta = 0.98$ , una prima de riesgo en estado estacionario  $\eta\beta = 0.02/4$  y un coeficiente de apalancamiento en estado estacionario  $\kappa = 2$ .

<sup>1</sup> En modelo sin acelerador financiero no se utilizaron datos financieros, no hay perturbaciones en la prima de financiamiento externo y la elasticidad de la prima de riesgo se establece en 0. <sup>2</sup> En el modelo de acelerador financiero los datos de la prima de financiamiento externo se usaron para identificar los choques de la prima de financiamiento externo y la elasticidad de la prima de riesgo,  $\gamma$ . <sup>3</sup> Los percentiles posteriores son dos cadenas de 1,000,000 muestreos generados utilizando un algoritmo de camino aleatorio Metropolis. Descartamos los primeros 500,000 y retuvimos uno cada cinco de los muestreos subsiguientes. <sup>4</sup> Distribuciones B-beta, G-gamma, e I gamma invertida.

## Gráfica 2

### MODELO DE RESPUESTAS A UN CHOQUE DE LA POLÍTICA MONETARIA



Nota: las líneas continuas en cada panel describen la función de respuesta promedio al impulso de cada variable a un choque de una desviación estándar en la política monetaria. Las líneas discontinuas ofrecen los intervalos al 90% de confianza. Las líneas negras en cada panel describen el caso del acelerador financiero. Las líneas grises describen las respuestas generadas por el modelo sin el acelerador financiero.

preferencias, gasto del gobierno y tecnología son 0.123, 3.592, 2.838 y 0.209, respectivamente.

## 5.2 Funciones de respuesta al impulso

La gráfica 2 muestra las funciones de impulso-respuesta del producto, de la inversión y de la prima de financiamiento externo a una desviación estándar en el choque de política monetaria. La gráfica 3 muestra la evolución del producto, de la inversión y de la tasa de fondos federales a una desviación estándar del choque de prima de financiamiento externo.

Todas las innovaciones se expresan en puntos porcentuales y se consignan la media y los intervalos de confianza del 90%. Las líneas negras muestran el caso del acelerador financiero, mientras el modelo sin fricciones financieras se representa con las líneas grises.

Antes de explicar los resultados, es importante recordar que en un entorno de acelerador financiero una expansión en el producto provoca un incremento en el valor de los activos establecidos y un alza en el valor neto empresarial. A medida que se expande el valor neto del empresario con respecto a su préstamo, cae la prima de financiamiento externo, causando un mayor incremento en los valores de los activos y en la demanda de inversión. Estos efectos de retroalimentación del equilibrio general, a su vez, amplifican más el mecanismo de acelerador financiero. Para el modelo de acelerador financiero, este mecanismo opera tanto para los choques financieros como los no financieros.

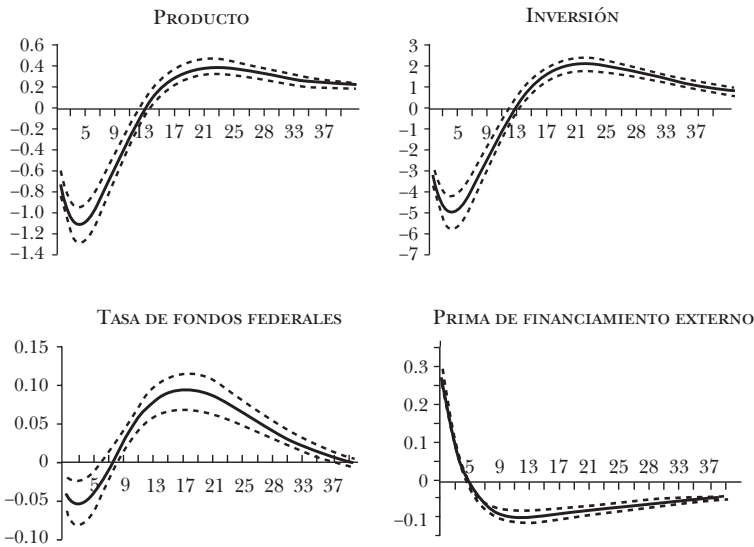
La gráfica 2 muestra que una innovación de política monetaria expansiva inesperada genera expansiones en forma de joroba en el producto y la inversión, acompañadas de presiones inflacionarias (no mostradas), y debido al mecanismo descrito anteriormente, una caída en la prima de financiamiento externo. Este último efecto es el mecanismo de transmisión clave que explica por qué la política monetaria podría tener efectos estabilizadores adicionales ante imperfecciones en el mercado de crédito como se ejemplifica en la respuesta adicional del producto y la inversión.

La gráfica 3 muestra que un incremento en la prima de financiamiento externo al endurecer las restricciones del mercado de crédito contribuye significativamente a las contracciones del producto y de la inversión, sin aliviar las presiones inflacionarias (no mostradas) debido al efecto del lado de la oferta y una menor acumulación de capital y, creando restricciones de política monetaria. Estos movimientos están en línea con la evidencia empírica del VAR expuesto en la sección 2.

El efecto real de este mecanismo es cuantitativamente grande: un alza del 0.25% en la prima de financiamiento externo

### Gráfica 3

#### MODELO DE RESPUESTAS A UN CHOQUE EN LA PRIMA DE RIESGO DE UN CRÉDITO (financiamiento externo)



Nota: las líneas continuas en cada panel describen la función de respuesta promedio al impulso de cada variable a un choque de una desviación estándar en la prima de financiamiento externo. Las líneas discontinuas ofrecen los intervalos al 90% de confianza. Las líneas negras en cada panel describen el caso del acelerador financiero. Aquí no hay líneas grises ya que el modelo sin el acelerador financiero no tiene choques financieros.

causa una baja del 0.73% en el producto y una baja del 2.8% en la inversión. Estas cifras son una aproximación a la evidencia empírica presentada en Gilchrist y Zakrajšek (2012) que analiza la respuesta de la economía a los choques de una prima excesiva de los bonos.

Para complementar, describimos las respuestas de las variables observables para otros tres choques: gasto del gobierno, tecnología y factor de descuento.<sup>12</sup>

Un choque positivo al gasto del gobierno causa una expansión

<sup>12</sup> Las funciones de impulso-respuesta están disponibles a pedido.

en el producto y en la inversión junto con las presiones inflacionarias que se enfrentan con el tipo de interés más alto. En el modelo de acelerador financiero, el alza en el precio del capital instalado provocado por esta expansión impulsada por la demanda mejora la posición financiera de los empresarios y relaja las condiciones del mercado de crédito al bajar la prima de financiamiento externo.

Un choque positivo de tecnología incrementa la producción y la inversión y baja la inflación al tiempo que disminuye la tasa de interés. Nuevamente, en el modelo de acelerador financiero, las condiciones de crédito amplifican el efecto del choque.

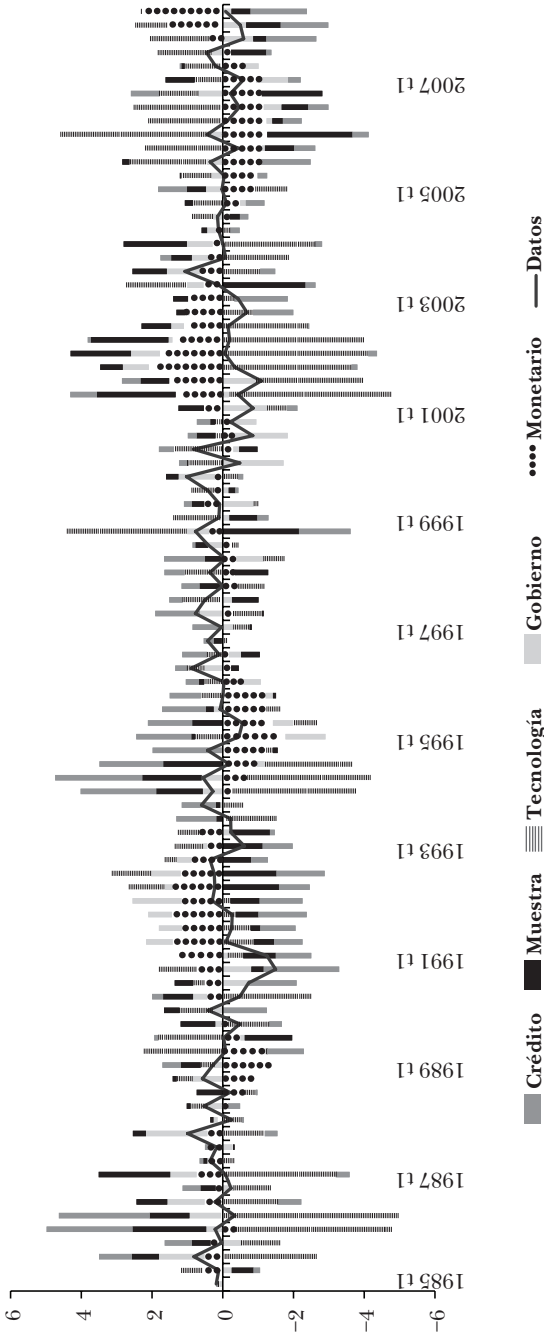
Un choque positivo en el factor de descuento incrementa el consumo y en ambos modelos tiene una respuesta inicial positiva en el producto. Sin embargo, la respuesta de nuestra economía modelada al choque del factor de descuento tiene efectos contrastantes dependiendo de la inclusión de un mecanismo de acelerador financiero. Sin el mecanismo de acelerador financiero, el incremento inicial del producto provocado por el incremento en el consumo queda rápidamente anulado por la caída de la inversión. Cuando se consideran los factores financieros, la mejora en las condiciones del mercado de crédito es suficiente para mantener una sólida inversión. En ambos casos, existen presiones inflacionarias y se eleva la tasa de fondos federales.

### **5.3 Descomposición del choque**

Para entender las implicaciones del modelo para la conducción de la política monetaria y evaluar la importancia de las fricciones del mercado financiero en la determinación de los resultados de los ciclos económicos, calculamos la porción del movimiento en los datos observados que puede atribuirse a cada choque. La gráfica 4 presenta la contribución de cada choque, de política monetaria, gasto del gobierno, tecnología, preferencia (factor de descuento), y prima de crédito de financiamiento externo (riesgo de crédito), para explicar la conducta observada de crecimiento del producto (con el promedio

Gráfica 4

DESCOMPOSICIÓN DEL CHOQUE HISTÓRICO DEL CRECIMIENTO DEL PRODUCTO EN EL MODELO DE ACELERADOR FINANCIERO



Nota: esta gráfica presenta la descomposición del choque histórico del crecimiento del producto mermado computado con el modelo estimado. La línea negra describe el comportamiento de esta variable expresada en desviaciones en puntos porcentuales respecto a su estado regular. Cada una de las barras se asocia con cada trimestre presenta la contribución de cada choque al comportamiento observado. La suma de los cinco choques se incorpora a los datos.



sustraído) en el caso del acelerador financiero. En el apéndice 3, se presentan las gráficas para otras cuatro variables observables en el caso del acelerador financiero.

Esta gráfica muestra la preponderancia de las innovaciones de tecnología como el motor de fluctuaciones económicas y el papel relativamente pequeño atribuible a los choques de gobierno.<sup>13</sup> Esta descomposición del choque histórico demuestra también que hay claros episodios cuando la política económica y las perturbaciones financieras fueron importantes en la determinación de las fluctuaciones económicas.

Para lograr una mayor intuición, ahora nos concentramos en la porción del movimiento en variables observables que pueden ser acreditadas a la política monetaria y a las innovaciones en el mercado de crédito. La gráfica 5 muestra la descomposición histórica de choques de política monetaria en los casos con acelerador financiero o sin él, mientras que la gráfica 6 se enfoca en los choques financieros.

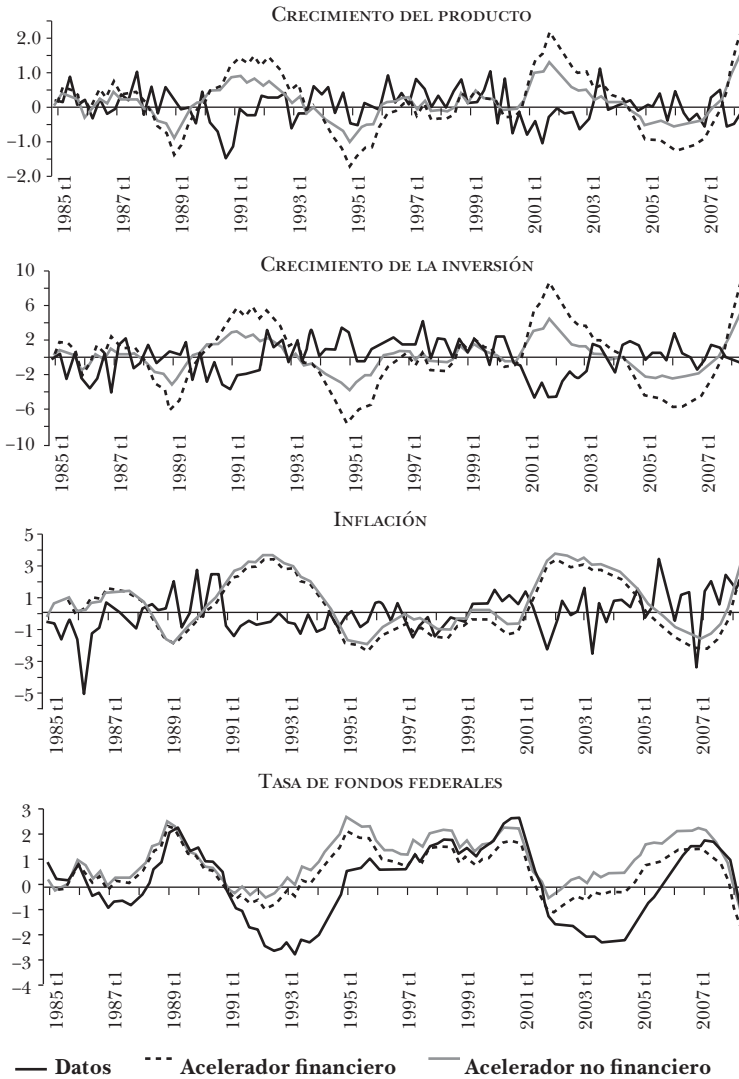
La gráfica 5 muestra que el efecto de los choques de política monetaria en la economía concuerda con el registro histórico en cuanto al comportamiento de la política monetaria desde mediados de los años ochenta. La política monetaria fue contraccionista a fines de los años ochenta antes del inicio de la recesión de 1990-1991 pero se relajó de modo considerable durante la debacle económica de principios de los noventa. De acuerdo con nuestras estimaciones, la política monetaria también contribuyó a la desaceleración en la inversión de negocios y en el producto durante el periodo 1994-1995. La posición de la política monetaria fue ligeramente neutral hasta el colapso del mercado de acciones a principio del año 2000,

---

<sup>13</sup> McGrattan y Prescott (2010) señalan el importante papel del capital intangible desempeñado durante la expansión del producto en los años noventa. Extender el actual modelo con inversión intangible y con el cambio de tecnología no neutral con respecto a la producción de bienes de inversión intangibles sería una extensión natural para verificar la robustez de la descomposición del choque presentada, en especial dadas las contribuciones negativas de la tecnología durante parte de los noventa.

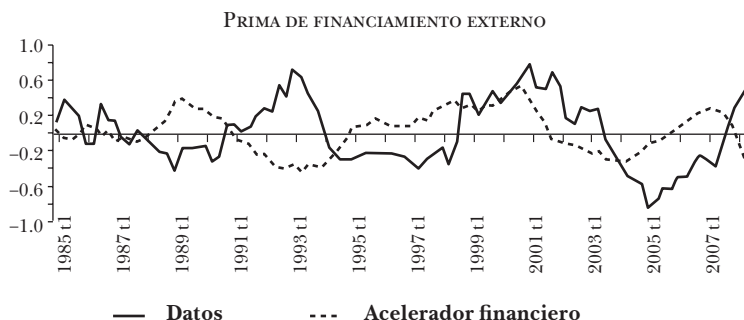
Gráfica 5a

**DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA DE LOS CHOQUES DE POLÍTICA MONETARIA**



Nota: la línea continua en cada panel describe el comportamiento de las variables reales expresado en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. La línea punteada en cada panel describe el efecto estimado de los choques de política monetaria según el modelo de acelerador financiero. La línea continua gris en cada panel describe el efecto estimado de los choques de política monetaria en el modelo sin el acelerador financiero.

**Gráfica 5b**  
**DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA DE LOS CHOQUES DE POLÍTICA MONETARIA**

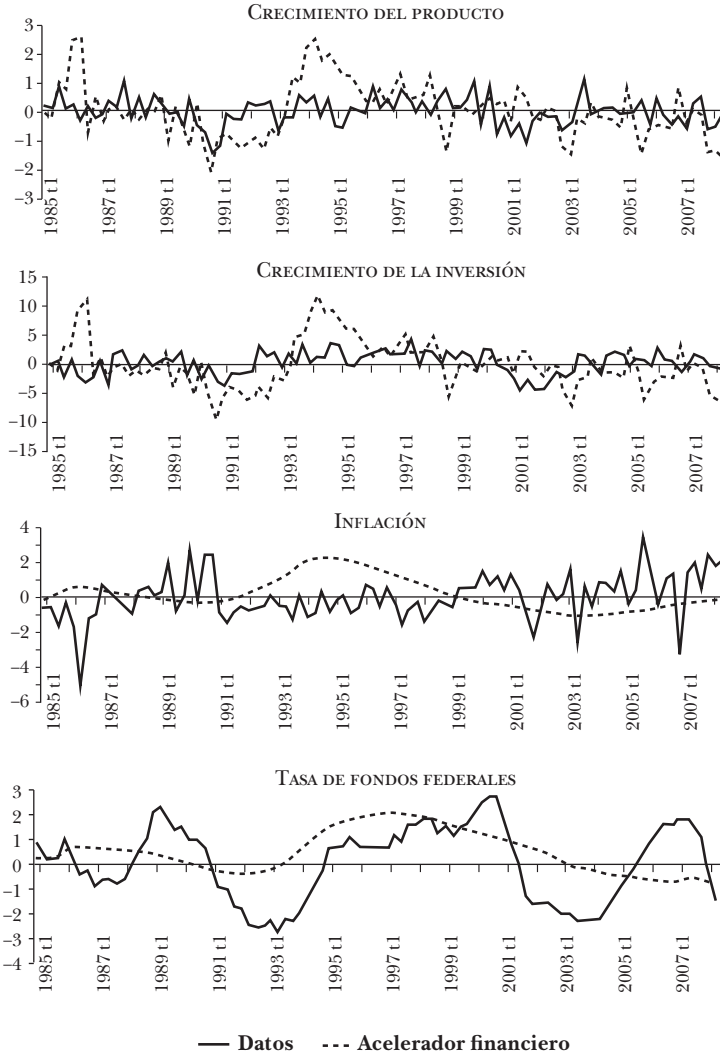


y según nuestras estimaciones, la política se relajó de manera significativa durante la recesión de 2001. De nuevo, la política monetaria estuvo relativamente ajustada durante el auge inmobiliario del periodo 2005-2007. La rápida secuencia de cortes en las tasas de fondos federales durante 2007 parece también una relajación en las condiciones monetarias que ha apoyado la expansión de la inversión y del producto durante este periodo. Una característica atractiva de este modelo es que el mecanismo de transmisión monetaria funciona en parte por medio de su repercusión en las condiciones del balance general; esto es, la prima de financiamiento externo es fuertemente anticíclica en respuesta a los choques de política monetaria.

La gráfica 6 muestra que los efectos estimados de perturbaciones financieras y su impacto en la economía real concuerdan con las percepciones históricas de los posibles efectos de las condiciones más estrictas de crédito sobre la actividad económica. Según nuestras estimaciones, la economía mostró signos de dificultades financieras al inicio de la recesión 1990-1991, y las condiciones financieras adversas siguieron siendo un obstáculo para la economía real durante la recuperación sin empleo de principios de los años noventa. Ciertamente, entre 1989 y 1993, los choques en el sector financiero causaron un alza de 150 puntos base en la prima de financiamiento

Gráfica 6a

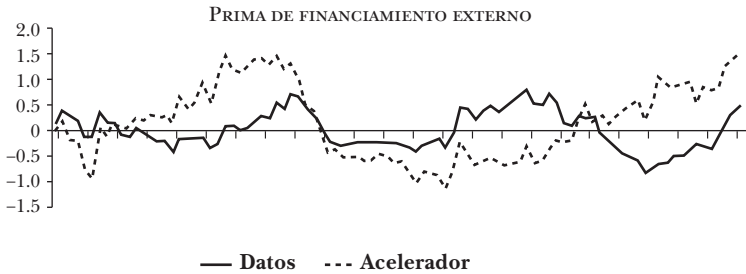
DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA DE LOS CHOQUES FINANCIEROS



Nota: la línea continua en cada panel describe el comportamiento de las variables reales expresado en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. La línea punteada en cada panel describe el efecto estimado de los choques de política monetaria según el modelo de acelerador financiero. Aquí no hay una línea continua gris ya que en el modelo sin acelerador financiero no hay choques financieros.

Figure 6b

DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA DE LOS CHOQUES FINANCIEROS



externo, incremento que llevó a un prolongado periodo de desempeño económico poco satisfactorio. Las condiciones en el mercado de crédito mejoraron evidentemente durante la segunda mitad de los años noventa, periodo en el cual la prima de financiamiento externo bajó aproximadamente 250 puntos base. La prima ascendió luego de la explosión de la burbuja del punto-com, y las condiciones financieras se deterioraron más aún al inicio del colapso inmobiliario en 2005. El modelo registra también la crisis financiera actual como un choque en el sector financiero, manifiesto en un salto de 75 puntos base en la prima de financiamiento externo; esto ha provocado una marcada desaceleración del crecimiento de la inversión y del producto durante los últimos cuatro trimestres.

En resumen, este modelo relativamente simple de acelerador financiero, cuando se estima usando tanto datos reales como los del mercado financiero, funciona notablemente bien para registrar gran parte de la narrativa en torno al comportamiento de la política monetaria y a los acontecimientos en los mercados financieros que llevaron a episodios de exceso financiero y a problemas durante las últimas dos décadas. Como se demuestra durante los tres episodios, cuando las innovaciones en el mercado de crédito retrasaron el crecimiento del producto, la política monetaria contrarrestó en parte estos efectos.

Cuadro 3

**DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA ASINTÓNICA DEL MODELO SIN FACTORES FINANCIEROS Y DEL MODELO CON FACTORES FINANCIEROS**

<i>Choque de la variable</i>	<i>Producto</i>	<i>Inversión</i>	<i>Inflación</i>	<i>Tipo de interés</i>	<i>Prima de financiamiento externo</i>
Monetaria	18.5/12.5	26.1/17.1	10.6/7.1	10.4/9.6	-/3.8
Gobierno	27.3/6.5	1.2/0.5	0.4/0.6	1.5/2.3	-/0.6
Tecnología	44.7/51.3	44.6/53.0	64.0/52.0	66.9/42.2	-/11.1
Factor de descuento	9.5/14.7	28.0/6.9	25.0/38.1	21.2/37.6	-/49.7
Prima de financiamiento externo	-/15.1	-/22.5	-/2.1	-/8.4	-/34.8

Nota: el cuadro presenta el porcentaje de varianza de cada variable (consignado en columnas) que se explican por cada uno de los choques (presentados en filas). Cada celda muestra dos números separados por una diagonal. El primer número corresponde a la parte en el modelo sin factores financieros y el segundo a la parte en el modelo con estos factores incluidos.

### 5.4 Descomposición de la varianza

El cuadro 3 resume la descomposición de la varianza asintótica para los modelos con factores financieros y sin ellos. En ambos casos las innovaciones de tecnología son la fuerza principal que explica la fluctuación del producto, de la inversión, de la inflación y de la tasa de interés nominal. En el caso de la prima de financiamiento externo, la varianza se explica principalmente por choques de preferencias con un 50% y choques financieros (prima de financiamiento externo) con un 34.8%, mientras que la tecnología representa solamente un 1.1% de su varianza.

En la versión con factores financieros, las innovaciones monetarias explican el 12.5% de la varianza del producto, mientras que las innovaciones en el mercado de crédito explican el

15.1%.<sup>14</sup> Al mismo tiempo, en el caso de la inversión, la política monetaria explica el 17.1%, mientras que las innovaciones en el mercado de crédito representan un 22.5%. En el modelo sin factores financieros, los choques en el gasto del gobierno (un residuo en las restricciones de recursos agregados) registran la mayor parte de la proporción que realmente es explicada por medio de factores financieros, mientras que en el caso de la inversión, lo hace el factor de descuento.

## 6. CONCLUSIONES

Con el uso de datos macroeconómicos y financieros en un modelo EGDE con fricciones financieras, este documento muestra que las fricciones en el mercado financiero han sido importantes en los ciclos económicos de Estados Unidos amplificando las perturbaciones reales y nominales en la economía. El modelo estimado muestra que los choques financieros tienen efectos reales destacados pues un alza del 0.25% en la prima de financiamiento externo causa una baja del 0.73% en el producto y una del 2.8% en la inversión. Una reducción inesperada del 0.44% en la tasa de fondos federales contribuye con una expansión del 0.38% en el producto y un incremento del 1.42% en la inversión. Ante imperfecciones en el mercado de crédito, el aumento en el producto que se da junto con la política monetaria expansiva, al mejorar las posiciones financieras de los prestatarios, contribuye a reducir el costo del financiamiento externo y así contribuye más a la expansión del producto. Brindamos evidencia de que las perturbaciones en el sector financiero tienen consecuencias reales significativas para el producto y para las actividades de inversión, representando

---

<sup>14</sup> Usando la misma medida de prima de financiamiento externo, pero con la especificación de autorregresión del vector aumentado por el factor en vez del modelo EGDE presentado aquí, Gilchrist, Yankov y Zakrajsek (2008) hallaron que los choques que emanan del mercado de bonos corporativos responden por aproximadamente un 20% de la varianza de la producción industrial en un horizonte de dos a cuatro años.

un 12.5% y un 17.1% de sus respectivas varianzas desde 1985. También observamos que la política monetaria fue parcialmente eficaz para contrarrestar los choques adversos que se originaron en el mercado financiero durante las tres recesiones más recientes.

## Apéndices

### Apéndice 1. Modelo log-linealizado

Se presenta a continuación la versión log-linealizada. Como en BGG (1999), el modelo se presenta en función de cuatro bloques de ecuaciones: 1) demanda agregada; 2) oferta agregada; 3) evolución de las variables de estado; y 4) regla de política monetaria y los procesos de los diferentes choques. Todas las variables en minúscula denotan desviaciones logarítmicas del estado estacionario, mientras que las variables sin un subíndice de tiempo representan variables de estado estacionario.

#### *Demanda agregada*

Restricción de recursos:

$$\text{A.1} \quad y_t = \frac{C}{Y} c_t + \frac{C^e}{Y} c_t^e + \frac{1}{Y} i_t + \frac{G}{Y} g_t + \varphi_t$$

Utilidad marginal en el caso de hábitos internos:

$$\text{A.2} \quad \lambda_t = \frac{1}{b^2 \beta - bA(1 + \beta) + A^2} [-(b^2 \beta + A^2) c_t + bA c_{t-1} + bA \beta E_t \{c_{t+1}\} - bA a_t + bA \beta E_t \{a_{t+1}\}]$$

Consumo-ahorro:

$$\text{A.3} \quad \lambda_t = E_t \{\lambda_{t+1}\} - r_{t+1}^n - E_t \{\pi_{t+1}\} - E_t \{a_{t+1}\} - \zeta_{c,t}$$

Consumo empresarial:



A.4

$$r_t^e = n_{t+1}$$

Definición de la prima de financiamiento externo:

A.5

$$s_t = E_t \{ r_{t+1}^k \} - (r_{t+1}^n - E_t \{ \pi_{t+1} \}) + \zeta_{s,t}$$

Determinación de la prima de financiamiento externo:

A.6

$$s_t = \chi (q_t - k_{t+1} + n_{t+1})$$

Tasa de rendimiento real esperado sobre el capital:

A.7

$$E_t \{ R_{t+1}^K \} = \frac{(1-\alpha) \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{Y}{K} A}{(1-\alpha) \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{Y}{K} A + (1-\delta)} (E_t \{ y_{t+1} \} - k_{t+1} + E_t \{ a_{t+1} \}) + E_t \{ mc_{t+1} \} + \frac{(1-\delta)}{(1-\alpha) \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{Y}{K} A + (1-\delta)} E_t \{ q_{t+1} \} - q_t$$

Relación entre el precio del capital  $q_t$  y el costo del ajuste de la inversión como una función de la tasa de crecimiento de  $I_t$ :

A.8

$$q_t = (1+\beta)\psi A^2 i_t - \psi A^2 i_{t-1} - \beta \psi A^2 E_t \{ i_{t+1} \} + \psi A^2 a_t - \beta \psi A^2 E_t \{ a_{t+1} \}$$

### *Oferta agregada*

Oferta agregada de productos finales:

A.9

$$y_t = \alpha \Omega h_t + (1-\alpha)k_t - (1-\alpha)a_t$$

Equilibrio del mercado laboral:

A.10

$$y_t - h_t + mc_t + \lambda_t = \gamma h_t$$

Curva de Phillips:

$$\text{A.11} \quad \pi_t = \frac{1}{1 + \beta\rho_\pi} \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} mc_t + \frac{\beta}{1 + \beta\rho_\pi} E_t \{ \pi_{t+1} \} + \frac{\rho_\pi}{1 + \beta\rho_\pi} \pi_{t-1}$$

### *Evolución de las variables de estado*

Acumulación de capital:

$$\text{A.12} \quad k_{t+1} = \left( 1 - \frac{1-\delta}{A} \right) i_t + \frac{1-\delta}{A} (k_t - a_t)$$

Evolución del valor neto:

$$\text{A.13} \quad n_{t+1} = n_t + \frac{K}{N} r_t^k - \left( \frac{K}{N} - 1 \right) E_{t-1} r_t^k + \alpha(1-\Omega) \frac{Y}{N} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} (y_t + mc_t) - a_t$$

o usando la definición de prima de financiamiento externo

$$E_{t-1} \{ r_t^k \} = s_{t-1} + (r_t^n + E_{t-1} \pi_t).$$

$$\text{A.14} \quad n_{t+1} = n_t + \frac{K}{N} r_t^k - \left( \frac{K}{N} - 1 \right) \left[ s_{t-1} + (r_t^n + E_{t-1} \pi_t) \right] + \alpha(1-\Omega) \frac{Y}{N} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} (y_t + mc_t) - a_t$$

### *Regla de política monetaria y procesos de choque*

La regla de política monetaria sigue:

$$\text{A.15} \quad r_t^n = \rho_{r^n} r_{t-1}^n + (1 - \rho_{r^n}) \left[ \gamma_\pi \pi_t + \gamma_y (y_t - y_{t-1} + a_t) \right] + \varepsilon_t^{r^n}$$

Se supone que las perturbaciones exógenas al gasto del gobierno, la tecnología, el factor de descuento y la inestabilidad financiera obedecen a procesos autorregresivos:

$$\text{A.16} \quad g_t = \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g$$

$$\text{A.17} \quad a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t^a$$

$$\text{A.18} \quad \zeta_{c,t} = \rho_{\zeta_c} \zeta_{c,t-1} + \varepsilon_t^{\zeta_c}$$

**A.19**

$$\zeta_{s,t} = \rho_{\zeta} \zeta_{s,t-1} + \varepsilon_t^{\zeta}$$

Mientras que el choque de política está i.i.d.:

**A.20**

$$\zeta_{y^n, t} = \varepsilon_t^{y^n}$$

## Apéndice 2. Distribuciones previas y posteriores

La gráfica A1 presenta las distribuciones previas (claras) y posteriores (oscuras) para las estimaciones de parámetros, junto con la moda posterior (línea vertical).

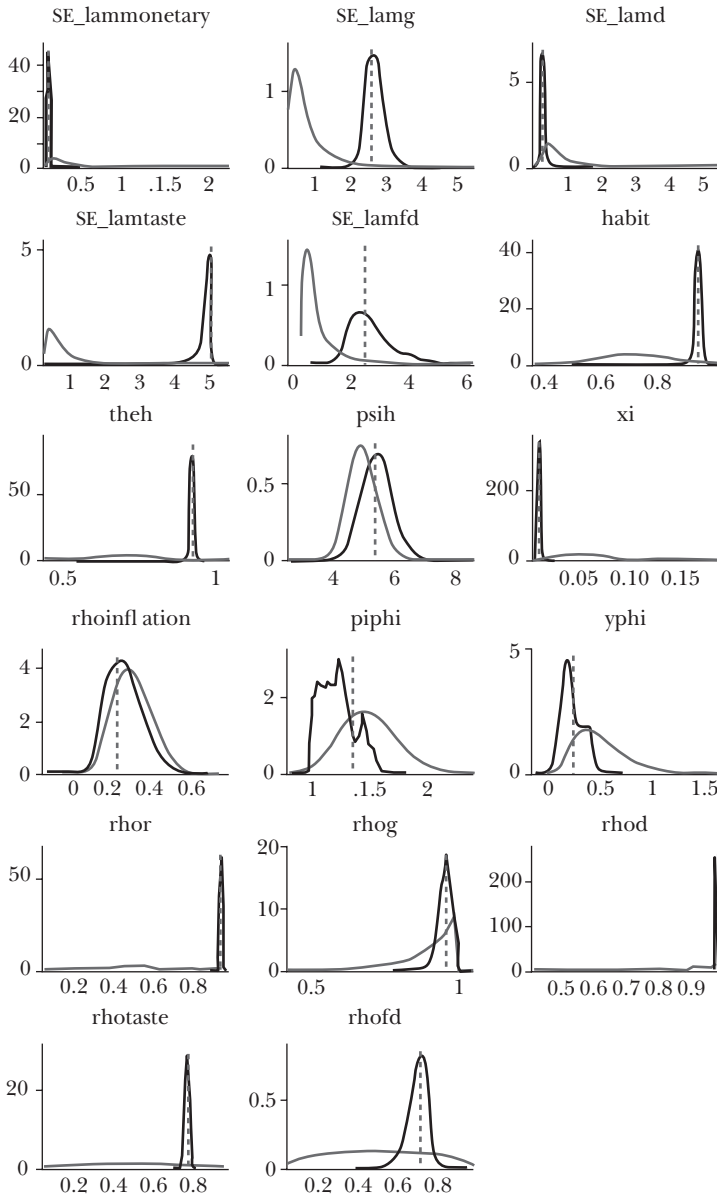
## Apéndice 3. Descomposición de los choques

Las gráficas A2 a A5 muestran la contribución de cada choque a los datos observados para el caso del acelerador financiero. Por ejemplo, la gráfica A2 muestra la contribución de los choques de política monetaria, de gasto de gobierno, de tecnología, de preferencias (factor de descuento) y de crédito (prima de financiamiento externo) para explicar el crecimiento de la inversión (una vez que se retiró el promedio de la variable). Las gráficas A3 a A5 muestran los resultados para la inflación estacionaria del IPC, la tasa estacionaria de fondos federales y la prima estacionaria de financiamiento externo, respectivamente, donde como se especifica en el texto a todas las variables se les resta la media de la muestra.

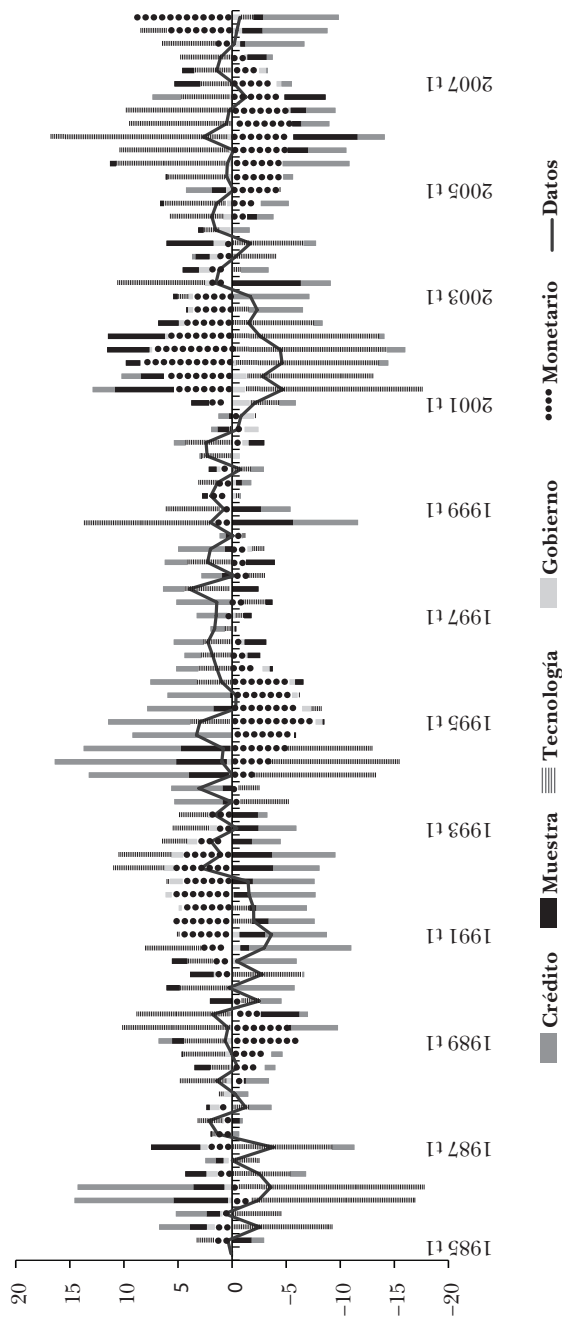
## Bibliografía

- An, S., y F. Schorfheide (2007), “Bayesian Analysis of DSGE Models”, *Econometrics Review*, vol. 26(2), pp. 187-192.
- Bernanke, B., y M. Gertler (1989), “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations”, *American Economic Review*, vol. 79(1), pp. 14-31.

Gráfica A.1



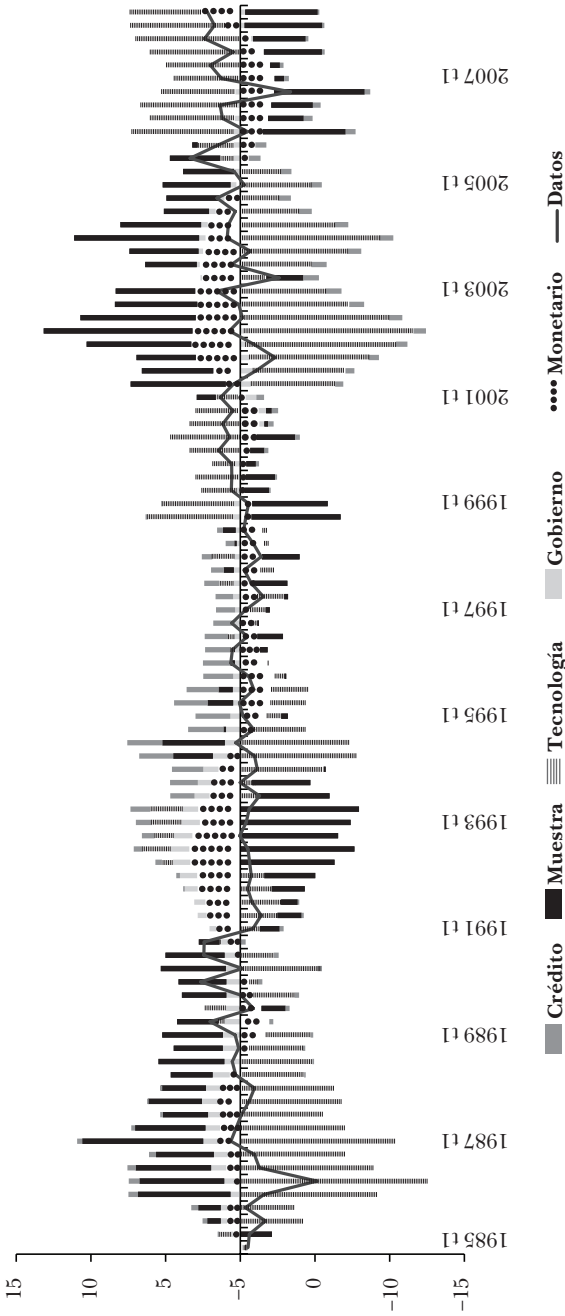
Gráfica A.2  
CRECIMIENTO DE LA INVERSIÓN



Nota: esta gráfica presenta la descomposición del choque histórico del crecimiento de la inversión computada usando el modelo estimado. La línea negra describe el comportamiento de esta variable expresada en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. Cada una de las barras asociadas con cada trimestre presenta la contribución de cada choque al comportamiento observado. La suma de los cinco choques se incorpora a los datos.

Gráfica A.3

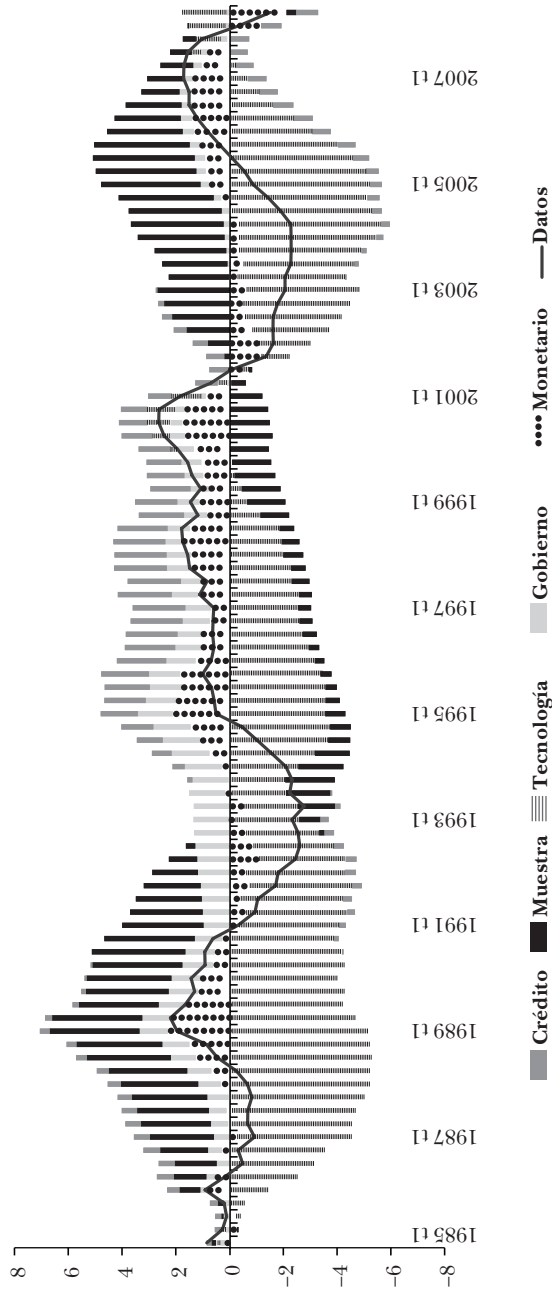
INFLACIÓN ESTACIONARIA DEL IPC



Nota: esta gráfica presenta la descomposición del choque histórico de la inflación estacionaria del ipc usando el modelo estimado. La línea negra describe el comportamiento de esta variable expresada en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. Cada una de las barras asociadas con cada trimestre presenta la contribución de cada choque al comportamiento observado. La suma de los cinco choques se incorpora a los datos.

Gráfica A.4

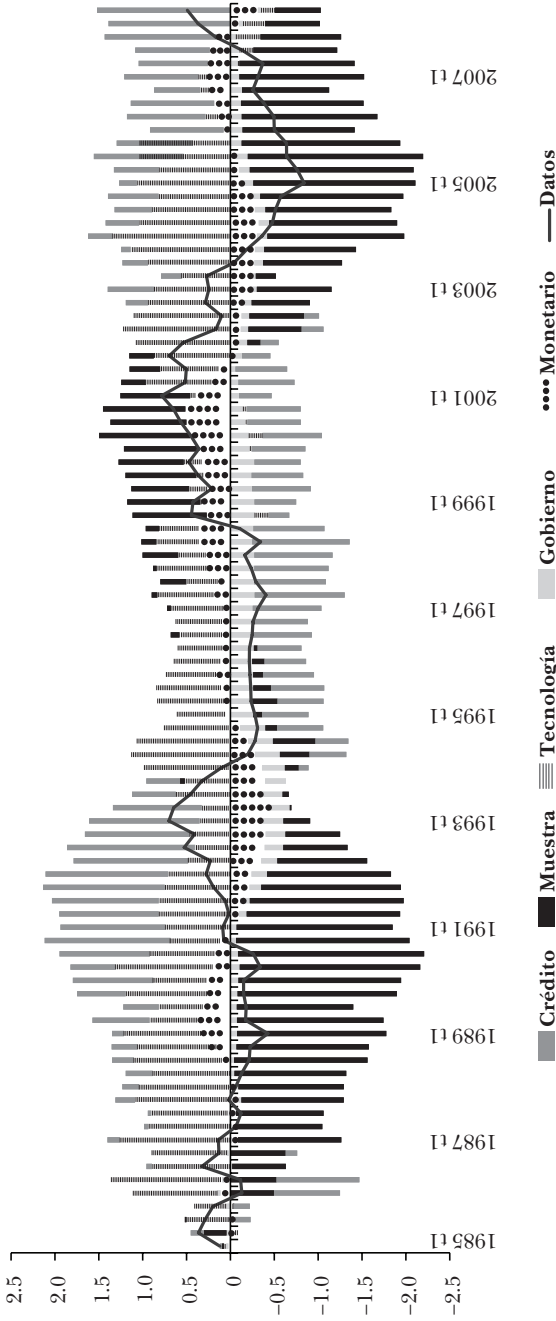
TASA ESTACIONARIA DE FONDOS FEDERALES



Nota: esta gráfica presenta la descomposición del choque histórico de la tasa estacionaria de fondos federales computada usando el modelo estimado. La línea negra describe el comportamiento de esta variable expresada en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. Cada una de las barras asociadas con cada trimestre presenta la contribución de cada choque al comportamiento observado. La suma de los cinco choques se incorpora a los datos.

Gráfica A.5

DIFERENCIAL ESTACIONARIO DE RIESGO DE CRÉDITO



Nota: esta gráfica presenta la descomposición del choque histórico del diferencial estacionario de riesgo de crédito usando el modelo estimado. La línea negra describe el comportamiento de esta variable expresada en desviaciones en puntos porcentuales respecto de su estado regular. Cada una de las barras asociadas con cada trimestre presenta la contribución de cada choque al comportamiento observado. La suma de los cinco choques se incorpora a los datos.



- Bernanke, B., M. Gertler y S. Gilchrist (1999), "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework", en J. Taylor y M. Woodford (eds.), *The Handbook of Macroeconomics*, vol. 1C, North Holland, Amsterdam, pp. 1341-1393.
- Calvo, G. (1983), "Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, pp. 383-398.
- Canova, F. (2007), *Methods for Applied Macroeconomic Research*, Princeton University Press.
- Carlstrom, C., y T. Fuerst (1997), "Agency Costs, Net Worth, and Business Cycle Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis", *American Economic Review*, vol. 87(5), pp. 893-910.
- Chari, V., P. Kehoe y E. McGrattan (2009), "New Keynesian Models: Not Yet Useful for Policy Analysis", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 1(1), pp. 242-266.
- Christensen, I., y A. Dib (2006), "Monetary Policy in an Estimated dsge Model with a Financial Accelerator", *Review of Economic Dynamics*, vol. 11, pp. 155-178.
- 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(1), pp. 1-45.
- Christiano, L., R. Motto y M. Rostagno (2007), *Financial Factors in Business Cycles*, manuscrito, Northwestern University.
- Dejong, D., y C. Dave (2007), *Structural Macroeconometrics*, Princeton University Press.
- Dennis, R. (2009), "Consumption-habits in a New Keynesian Business Cycle Model", *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 41 (5), pp. 1015-1030.
- Elekdag, S., A. Justiniano, y I. Tchakarov (2006), "An Estimated Small Open Economy Model of the Financial Accelerator", *IMF Staff Papers*, vol. 53(2), pp. 219-241.
- Gertler, M., S. Gilchrist y F. Natalucci (2007), "External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 39 pp. 295-330.
- Gilchrist, S., A. Ortiz, y E. Zakrajšek (2009), "Credit Risk and the Macroeconomy: Evidence from an Estimated DSGE Model", manuscrito, Boston University.
- Gilchrist, S., y M. Saito (2006), *Expectations, Asset Prices, and Monetary Policy: The Role of Learning*, NBER Working Paper, núm. 12442.
- Gilchrist, S., V. Yankov y E. Zakrajsek (2008), "Credit Market Shocks and Economic Fluctuations: Evidence from Corporate Bond and Stock Markets", manuscrito, Boston University.
- Gilchrist, S., y E. Zakrajsek (2011), "Monetary Policy and Credit Supply Shocks", *IMF Economic Review*, vol. 59(2), pp. 195-232.

- Gilchrist, S., y E. Zakrajsek (2012), "Credit Spreads and Business Cycle Fluctuations", *American Economic Review*, vol. 102(4), pp. 1692-1720.
- Graeve, F. D. (2008), *The External Finance Premium and the Macroeconomy: US post-WWII Evidence*, FRB of Dallas Working Paper, núm. 0809.
- Kiyotaki, N., y J. Moore (1997), "Credit Cycles", *Journal of Political Economy*, vol. 105(2), pp. 211-248.
- McGrattan, E., y E. Prescott (2010), "Unmeasured Investment and the Puzzling US Boom in the 1990s", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 2(4), pp. 88-123.
- Queijo von Heideken, V. (2008), *How Important are Financial Frictions in the US and the Euro Area?*, Sveriges Risbank Working Paper, núm. 223.
- Smets, F., y R. Wouters (2007), "Shocks and Frictions in us Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach", *American Economic Review*, vol. 97(3), pp. 586-606.
- Tovar, C. (2006), *Devaluations, Output and the Balance Sheet Effect: A Structural Econometric Analysis*, Bank for International Settlements Working Paper, núm. 215.
- Townsend, R. (1979), "Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification", *Journal of Economic Theory*, vol. 21(2), pp. 265-293.