

# Una aproximación para analizar la estabilidad financiera por medio de un modelo DSGE

David Pérez Reyna

Departamento de Estabilidad Financiera, Banco de la República  
e-mail: dpererei@banrep.gov.co

Abril 15, 2009

# Introducción

- En los dos años más recientes, eventos de inestabilidad financiera fueron unos de los principales causantes del comportamiento negativo en el crecimiento económico mundial.
- Cobra especial relevancia entender qué causa inestabilidad financiera y cómo la estabilidad en los mercados financieros puede verse afectada ante cambios en el comportamiento de variables económicas.
- Cada vez más bancos centrales tienen entre sus prioridades monitorear la estabilidad financiera.

# Antecedentes

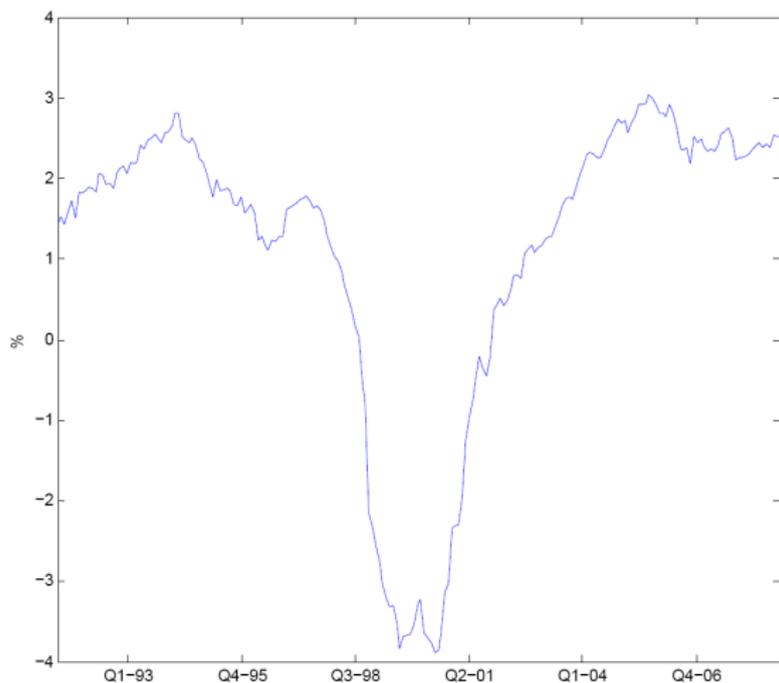
- Akram y Eitrheim (2006) y Akram et al (2007) usan una regla de Taylor extendida para analizar el efecto de choques exógenos sobre indicadores de estabilidad financiera. Los resultados dependen de los choques, de los indicadores usados y del horizonte de tiempo analizado.
- Vargas et al (2006) concluyen que cuando hay altos niveles de deuda pública, una política monetaria contraccionista puede afectar la estabilidad financiera por medio de la materialización del riesgo de mercado del portafolio de inversiones de los intermediarios financieros.

## ¿Qué es estabilidad financiera?

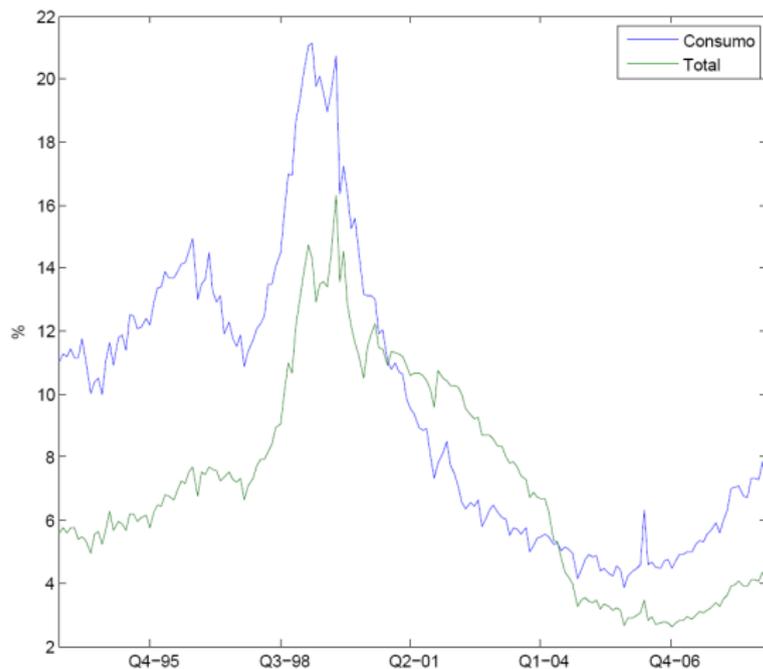
Inestabilidad financiera está caracterizada por caída en los beneficios de los bancos y aumento en el incumplimiento del pago de las obligaciones por parte de los agentes (Goodhart et al (2006a)).

- Un incremento en el incumplimiento de los agentes sin caídas en los beneficios de los bancos puede estar indicando una materialización del riesgo de crédito asumido en periodos de baja aversión al riesgo.
- Una caída en la rentabilidad de los bancos, con niveles estables de cumplimiento en el pago de las obligaciones financieras por parte de los agentes, puede ser un indicador de desaceleración económica.

# Rentabilidad del activo para el sistema financiero colombiano



# Indicador de mora del sistema financiero colombiano





## Antecedentes en modelos de equilibrio general para estabilidad financiera

- Goodhart et al (2006b) utilizan un modelo de equilibrio general en el que se usan formas reducidas para modelar el comportamiento de los agentes distintos a los bancos. Saade et al (2007) lo calibran para el caso colombiano.
- Leao y Leao (2007) plantean un modelo DSGE que explica el comportamiento de variables macroeconómicas ante choques en medidas de política monetaria. Pérez Reyna y otros (2008) lo calibran para el caso colombiano y adicionan un indicador de estabilidad financiera.
- de Walque et al (2008) desarrollan un modelo DSGE en el que se introduce un incumplimiento endógeno de las obligaciones financieras de los bancos y las firmas.

# El modelo

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo DSGE que permita entender el impacto de medidas de política sobre la estabilidad financiera.

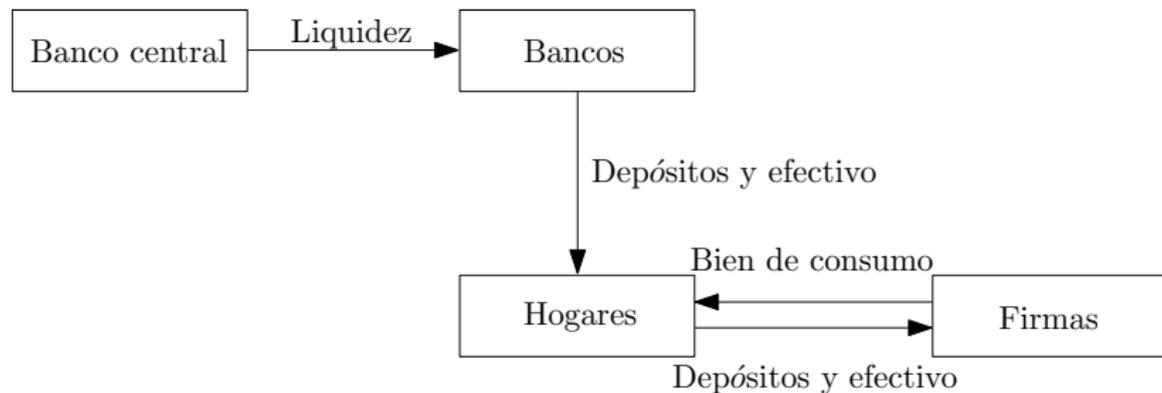
- Basado en Leao y Leao (2007), e incorporando una decisión endógena del porcentaje de la deuda que cancelan los hogares, y un requerimiento de provisiones para los bancos.

# Agentes

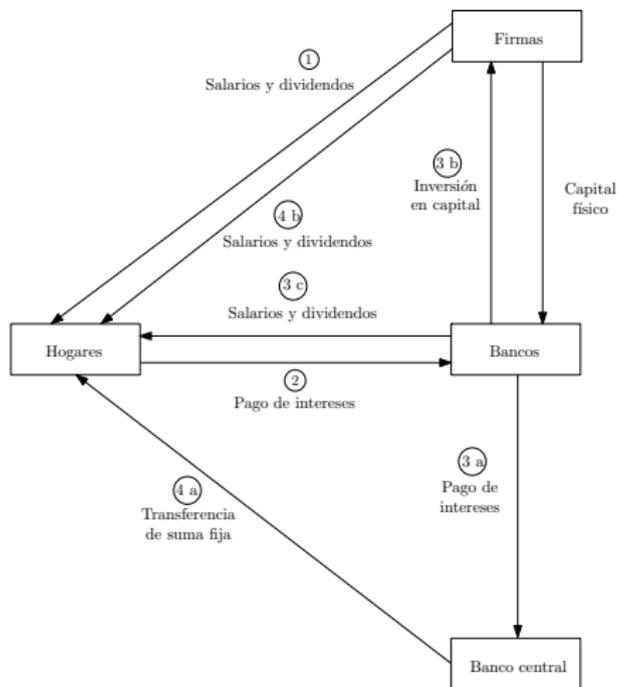
- $H$  hogares homogéneos:
  - Dueños de las firmas y los bancos.
  - Ofrecen trabajo.
  - Se endeudan con los bancos para consumir.
- $L$  bancos homogéneos:
  - Producen créditos para los hogares, ateniéndose a un requerimiento de provisiones.
  - Contratan trabajo y hacen inversión en capital físico.
- $F$  firmas homogéneas:
  - Producen un bien usado para consumo e inversión.
  - Contratan trabajo y hacen inversión en capital físico.
- Banco central:
  - Suministra liquidez al comienzo de cada periodo.

- Liquidez: banco central y bancos comerciales
- Créditos: bancos comerciales y hogares
- Bien: firmas, bancos comerciales y hogares
- Trabajo: firmas, bancos comerciales y hogares
- Acciones de bancos: hogares
- Acciones de firmas: hogares

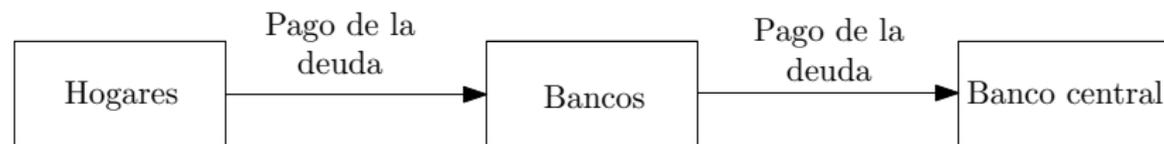
# Esquema de interacciones



# Esquema de interacciones



# Esquema de interacciones



# Hogar representativo

$$u(c_t, 1 - n_t^s) = \log c_t + \phi \log(1 - n_t^s)$$

Tres fuentes de ingreso al finalizar  $t - 1$ :

$$P_{t-1} w_{t-1} n_{t-1}^s \quad (\text{salarios})$$

$$\frac{L}{H} R_{t-1}^{\text{repo}} [\theta + r_{t-1}^{\text{req}} (1 - \theta)] P_{t-1} b_{t-1}^s \quad (\text{transferencia})$$

$$\sum_{f=1}^F z_{t,f} P_{t-1} \pi_{t-1,f} + \sum_{l=1}^L z_{t,l}^b P_{t-1} \pi_{t-1,l}^b \quad (\text{dividendos})$$

# Hogar representativo

Egreso al finalizar  $t - 1$ :

$$P_{t-1}b_{t-1}(1 + R_{t-1})v_t \quad (\text{pago de la deuda})$$

Ingresos al empezar  $t$ :

$$P_t b_t \quad (\text{nueva deuda})$$

$$\sum_{f=1}^F z_{t,f} P_t q_{t,f} + \sum_{l=1}^L z_{t,l}^b P_t q_{t,l}^b \quad (\text{venta de acciones})$$

Egresos al empezar  $t$ :

$$\frac{\rho_t}{2} (1 - v_t)^2 \quad (\text{castigo})$$

$$\sum_{f=1}^F z_{t+1,f} P_t q_{t,f} + \sum_{l=1}^L z_{t+1,l}^b P_t q_{t,l}^b \quad (\text{compra de acciones})$$

$$P_t c_t \quad (\text{consumo})$$

## Hogar representativo

Si se define inflación como

$$\tilde{p}_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1,$$

al comenzar  $t$  el ingreso del hogar en términos reales está dado por

$$I_t = \left( \begin{aligned} & \frac{L}{H} R_{t-1}^{\text{repo}} [\theta + r_{t-1}^{\text{req}} (1 - \theta)] \frac{b_{t-1}^s}{1 + \tilde{p}_t} + b_t + \frac{w_{t-1}}{1 + \tilde{p}_t} n_{t-1}^s + \\ & \sum_{f=1}^F z_{t,f} \frac{\pi_{t-1,f}}{1 + \tilde{p}_t} + \sum_{l=1}^L z_{t,l}^b \frac{\pi_{t-1,l}^b}{1 + \tilde{p}_t} + \sum_{f=1}^F z_{t,f} q_{t,f} + \sum_{l=1}^L z_{t,l}^b q_{t,l}^b \end{aligned} \right)$$

y sus egresos por

$$E_t = v_t (1 + R_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{1 + \tilde{p}_t} + c_t + \frac{\rho_t}{2} (1 - v_t)^2 + \sum_{f=1}^F z_{t+1,f} q_{t,f} + \sum_{l=1}^L z_{t+1,l}^b q_{t,l}^b$$

# Hogar representativo

Supónganse las siguientes condiciones iniciales:

$$I_0 = \left( \begin{array}{l} \frac{w_{-1}}{1 + \tilde{p}_0} n_{-1}^s + \sum_{f=1}^F z_{0,f} \frac{\pi_{-1,f}}{1 + \tilde{p}_0} + H \sum_{l=1}^L z_{0,l}^b \frac{\pi_{-1,l}^b}{1 + \tilde{p}_0} \\ + \frac{L}{H} R_{-1}^{\text{repo}} [\theta + r_{-1}^{\text{req}}(1 - \theta)] \frac{b_{-1}^s}{1 + \tilde{p}_0} \end{array} \right)$$
$$E_0 = (1 + R_{-1}) \frac{b_{-1}}{1 + \tilde{p}_0} \quad (v_0 = 1)$$

$$z_{0,f} = z_{1,f} = \frac{1}{H}, \quad f \in \{1, \dots, F\}$$

$$z_{0,l}^b = z_{1,l}^b = \frac{1}{H}, \quad l \in \{1, \dots, L\}.$$

## Función objetivo del hogar representativo

$$\begin{aligned} & \underset{\{c_t, n_t^s, b_t, v_t, z_{t+1,f}, z_{t+1,l}^b\}}{\text{máx}} && E_0 \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\log c_t + \phi \log(1 - n_t^s)) \right] \\ & \text{s. t.} && I_t = E_t, \quad t = 0, 1, 2, \dots \\ & && z_{0,f} = z_{1,f} = \frac{1}{H}, \quad f \in \{1, \dots, F\} \\ & && z_{0,l}^b = z_{1,l}^b = \frac{1}{H}, \quad l \in \{1, \dots, L\}. \end{aligned}$$

## Condiciones de primer orden del hogar representativo

$$\frac{1}{c_t} = \lambda_t \quad (c_t)$$

$$\frac{\phi}{1 - n_t^s} = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \frac{w_t}{1 + \tilde{p}_{t+1}} \right] \quad (n_t^s)$$

$$\lambda_t = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} v_{t+1} \frac{1 + R_t}{1 + \tilde{p}_{t+1}} \right] \quad (b_t)$$

$$(1 + R_{t-1}) \frac{b}{1 + \tilde{p}_t} = \rho_t (1 - v_t) \quad (v_t)$$

## Condiciones de primer orden

$$\lambda_t q_{t,f} = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \left( \frac{\pi_{t,f}}{1 + \tilde{p}_{t+1}} + q_{t+1,f} \right) \right] \quad (z_{t+1,f})$$

$$\lambda_t q_{t,l}^b = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \left( \frac{\pi_{t,l}^b}{1 + \tilde{p}_{t+1}} + q_{t+1,l}^b \right) \right] \quad (z_{t+1,l}^b)$$

Como consecuencia de las condiciones iniciales se tiene

$$c_t = b_t + (1 + R_{t-1})(1 - v_t) \frac{b_{t-1}}{1 + \tilde{p}_t} - \frac{\rho_t}{2} (1 - v_t)^2$$

# Banco representativo

$$b_t^s = D_t \left( k_t^b \right)^{1-\gamma} \left( n_t^b \right)^\gamma$$

Cuadro: Balance del banco representativo en  $t$

Activos	Pasivos y patrimonio
<u>Créditos:</u> $P_t b_t^s$	<u>Depósitos:</u> $(1 - \theta) P_t b_t^s$
<u>Requerimiento de reservas:</u> $r_t^{\text{req}} (1 - \theta) P_t b_t^s$	<u>Deuda con el banco central:</u> $[\theta + r_t^{\text{req}} (1 - \theta)] P_t b_t^s$
<u>Capital:</u> $P_t k_t^b$	Otros pasivos
Otros activos	<u>Patrimonio:</u> $P_t q_{t,l}^b$

## Banco representativo

El banco demanda liquidez al banco central

$$[\theta + r_t^{\text{req}}(1 - \theta)] P_t b_t^s$$

Los bancos cumplen con un requerimiento de provisiones

$$(1 - v_{t+1}) b_t^s \zeta$$

Los beneficios están dados por:

$$P_t \pi_t^b = NI_t P_t b_t^s - P_t w_t n_t^b - P_t x b_t$$

donde

$$NI_t = R_t v_{t+1} - [\theta + r_t^{\text{req}}(1 - \theta)] R_t^{\text{repo}} - \zeta(1 - v_{t+1})$$

## Función objetivo del banco representativo y condiciones de primer orden

$$\begin{aligned} \max_{\{n_t^b, x b_t\}} E_0 & \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+R_0)(1+R_1)\cdots(1+R_t)} P_t \pi_t^b \right] \\ \text{s. t. } k_{t+1}^b & = x b_t + (1 - \delta_B) k_t^b \quad t = 1, 2, \dots \end{aligned}$$

$$P_t N I_t \gamma \frac{b_t^s}{n_t^b} = P_t w_t \quad (n_t^b)$$

$$E_t \left[ \frac{P_{t+1}}{1+R_{t+1}} N I_{t+1} (1-\gamma) \frac{b_{t+1}^s}{k_{t+1}^b} \right] = P_t \quad (x b_t)$$

$$N I_t = R_t v_{t+1} - [\theta + r_t^{\text{req}}(1-\theta)] R_t^{\text{repo}} - \zeta(1-v_{t+1})$$

## Firma representativa

$$y_t = A_t (k_t)^{1-\alpha} (n_t^d)^\alpha$$

Los beneficios de las firmas están dados por

$$P_t \pi_t = P_t y_t - P_t w_t n_t^d - P_t x f_t$$

El capital físico se acumula intertemporalmente:

$$k_{t+1} = x f_t + (1 - \delta) k_t$$

## Función objetivo de la firma representativa y condiciones de primer orden

$$\max_{\{n_t^d, x f_t\}} E_0 \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+R_0)(1+R_1)\cdots(1+R_t)} P_t \pi_t \right]$$

$$\text{s. t. } k_{t+1} = x f_t + (1 - \delta) k_t \quad t = 1, 2, \dots$$

$$\alpha \frac{y_t}{n_t^d} = w_t \quad (n_t^d)$$

$$E_t \left[ \frac{P_{t+1}}{1+R_{t+1}} (1 - \alpha) \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} \right] = P_t \quad (x f_t)$$

# Condiciones de equilibrio en los mercados

Liquidez:

$$L [\theta + r_t^{\text{req}}(1 - \theta)] b_t^s = \frac{M_t}{P_t}$$

Créditos:

$$HP_t b_t = LP_t b_t^s$$

Bien:

$$HP_t c_t + FP_t x f_t + LP_t x b_t = FP_t y_t$$

Trabajo

$$Hn_t^s = Fn_t^d + Ln_t^b$$

Acciones de firmas y bancos

$$Hz_{t+1,f} = 1$$

$$Hz_{t+1,l}^b = 1$$

# Equilibrio

Conjunto de 24 variables endógenas y 5 variables exógenas para todo  $t \geq 0$ :

$$\Theta_t = \left\{ \begin{array}{l} \pi_t^b, \pi_t, y_t, b_t^s, k_{t+1}^b, k_{t+1}, c_t, b_t, n_t^s, v_t, \lambda_t, \\ \chi b_t, z_{t+1,f}, n_t^b, q_{t,f}, q_{t,l}^b, n_t^d, z_{t+1,l}^b, \chi f_t, \\ R_t^{\text{Repo}}, R_t, P_t, w_t, \tilde{p}_t, D_t, r_t^{\text{req}}, A_t, M_t, \rho_t \end{array} \right\}$$

# Solución del modelo

- Encontrar el estado estacionario del sistema de ecuaciones.
- Loglinealizar las ecuaciones alrededor de este estado estacionario.
- Analizar las funciones de impulso respuesta ante choques en las variables exógenas.

Cuadro: Primeros momentos de variables relevantes

Variable	Valor en el modelo
$R^{\text{repo}}$	6,2%
$R$	21,6%
$c/y$	0,6
$n^b$	0,09%
$v$	98,5%
$r^{\text{req}}$	6,1%

# Calibración

Cuadro: Valores de parámetros replicados

Parámetro	Valor	Fuente
$\alpha$	0,596	Parra (2008)
$\delta$	0,025	Bonaldi et al (2009)
$\delta_B$	0,025	
$\theta$	0,6927	Banco de la República
$\zeta$	0,5	Superintendencia Financiera de Colombia

Cuadro: Valores de otros parámetros del modelo

Parámetro	Valor
$\beta$	0,994
$\phi$	3,439
$\gamma$	0.073

# Impacto sobre la estabilidad financiera ante choques en variables exógenas

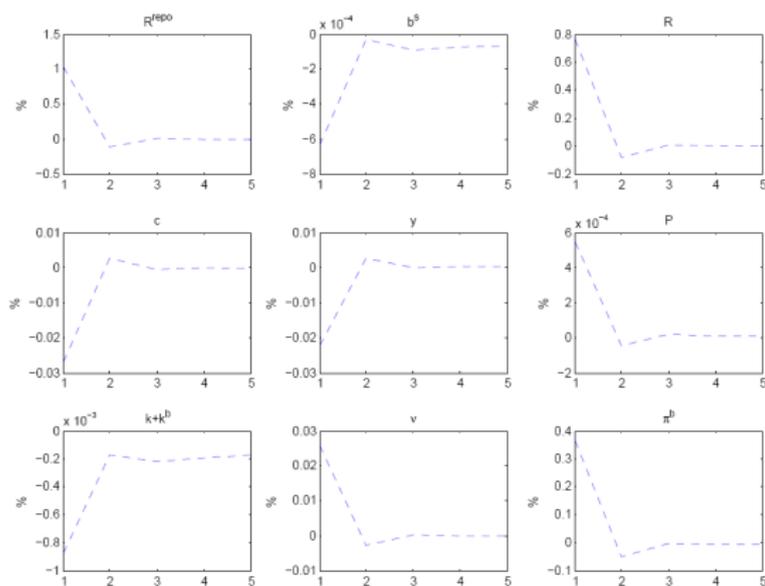
Supóngase los siguientes procesos autorregresivos de orden 1:

$$\tilde{M}_t = 0,9\tilde{M}_{t-1} + \varepsilon_t^M$$

$$\tilde{r}_t^{\text{req}} = 0,9\tilde{r}_{t-1}^{\text{req}} + \varepsilon_t^{\text{req}}$$

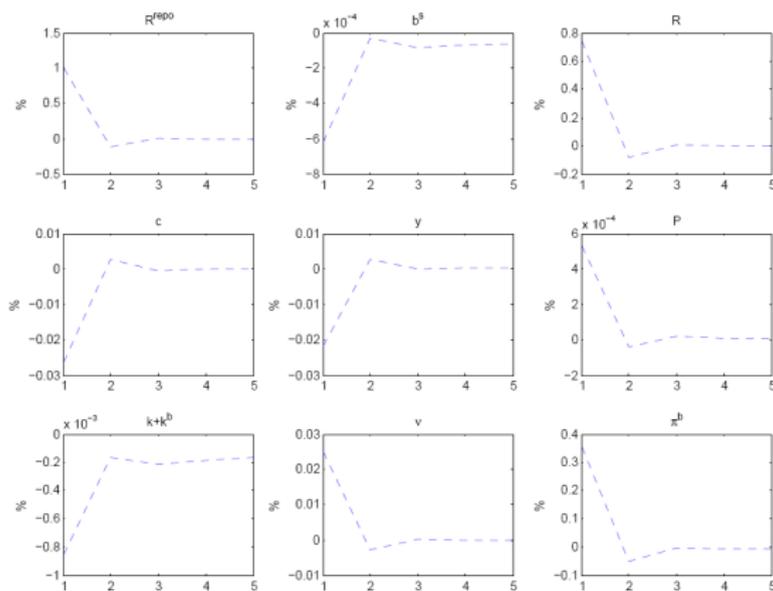
Se llevaron a cabo choques sobre  $\varepsilon^M$  y  $\varepsilon^{\text{req}}$  de manera que se replicara un aumento de 100 pbs en la tasa de intervención.

# Cambios en las variables relevantes ante un choque negativo en $M$



Nota: Desviación porcentual de las variables con respecto a su valor en estado estacionario. Para  $R$  y  $R^{\text{repo}}$  se muestra el cambio anualizado en el nivel.

# Cambios en las variables relevantes ante un choque positivo en $r^{\text{req}}$



Nota: Desviación porcentual de las variables con respecto a su valor en estado estacionario. Para  $R$  y  $R^{\text{repo}}$  se muestra el cambio anualizado en el nivel.

# Conclusión

- Este trabajo se basa en Leao y Leao (2007). Se presenta un modelo DSGE con un banco central que otorga liquidez a los bancos comerciales.
- Se adicionó un incumplimiento endógeno en el pago de la deuda de los hogares y un requerimiento de provisiones para los bancos.
- En la medida en que una política monetaria contraccionista restringe la oferta de crédito, se tiene un impacto positivo sobre la estabilidad financiera al disminuir el incumplimiento en el pago de la deuda por parte de los hogares, y al aumentar los beneficios de los bancos.

# Agenda

Para este modelo:

- Mejorar la calibración.
- Analizar otro tipo de choques:  $\rho$ ,  $\zeta$ ,  $D$ .

Para mejorar:

- Incluir incumplimiento en las obligaciones financieras por parte de las firmas.
- Incluir otras consideraciones de manejo de riesgo de crédito para los bancos.

## Referencias

- Akram, Q.; G. Bårdsen y K. Lindquist. (2007). Pursuing financial stability under an inflation-targeting regime. *Annals of Finance*. 3(1), pp. 131-153.
- Akram, Q. y Ø. Eitrheim. (2006). Flexible inflation targeting and financial stability: Is it enough to stabilise inflation and output? *Working Paper 2006/07*. Norges Bank.
- Allen W. y G. Wood. (2006). Defining and achieving financial stability. *Journal of Financial Stability*. 2, pp. 152-172.
- Bårdsen, G.; K. Lindquist y D. Tsomocos. (2006). Evaluation of macroeconomic models for financial stability analysis. *Working Paper 2006/01*. Norges Bank.
- Bonaldi, P; A. González; J. D. Prada; D. A. Rodríguez y L. E. Rojas. (2009). Método numérico para la calibración de un modelo DSGE. *Borradores de Economía 548*, Banco de la República.

- Čihák, M. (2006). How do central banks write on financial stability? *IMF Working Paper* 06/163.
- Estrada, D.; A. González Arbeláez y J. Gutiérrez Rueda. (2008). The effects of diversification on banks' expected returns. *Borradores de Economía* 524, Banco de la República.
- Goodhart, C.; P. Sunirand y D. Tsomocos. (2006a). A model to analyse financial fragility. *Economic Theory*. 27, pp. 107-142.
- Goodhart, C.; P. Sunirand y D. Tsomocos. (2006b). A time series analysis of financial fragility in the UK banking system. *Annals of Finance*. 2 (1), pp. 1-21.
- Haugland, K. y B. Vikøren. (2006). Financial stability and monetary policy - theory and practice. *Economic Bulletin*. 1, pp. 24-31. Norges Bank.
- Leao, E. y P. Leao. (2007). Modelling the central bank repo rate in a dynamic general equilibrium framework. *Economic Modelling*. 24, pp. 571-610.

- Pagan, A. (2003). Report on modelling and forecasting at the Bank of England. *Bank of England Quaterly Bulletin*. Primavera, pp. 1-29.
- Parra Alvarez, J. C. (2008). Hechos estilizados de la economía colombiana: fundamentos empíricos para la construcción y evaluación de un modelo DSGE. *Borradores de Economía* 509, Banco de la República.
- Pérez Reyna, D.; J. D. Prada Sarmiento y A. Saade Ospina. (2008). Efectos de medidas de política monetaria sobre la estabilidad financiera en Colombia. Mimeo.
- Saade, A.; D. Osorio y D. Estrada. (2007). An equilibrium approach to financial stability analysis: the colombian case. *Annals of Finance*. 3(1), pp. 75-105.
- Tovar, C. (2008). DSGE models and central banks. *BIS Working Papers* 258.

- Vargas, H. y Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. (2006). El riesgo de mercado de la deuda pública: ¿una restricción a la política monetaria? el caso colombiano. *Borradores de Economía* 382, Banco de la República.
- de Walque, G; O. Pierrard y A. Rouabah (2008). Financial (in)stability, supervision, and liquidity injections: a dynamic general equilibrium approach. *Working Paper Research* 148, National Bank of Belgium.