

La relación entre la actividad y la inflación: estimación de una Curva de Phillips para Perú

Ismael Mendoza
Hugo Perea

Enero 2017



Agenda

1 Motivación

2 Estimaciones

Parte I: Estimación econométrica tradicional

Parte II: Estimación mediante un modelo DSGE

3 Conclusiones

4 Anexos

1

Motivación



Motivación

¿Por qué estimar una Curva de Phillips para Perú?

La política monetaria tiene impactos rezagados y transitorios sobre la actividad económica y la inflación. La estimación de una Curva de Phillips permite:

- ✓ Capturar la dinámica inflacionaria de corto plazo
- ✓ Proyectar la inflación vinculándola con la dinámica del producto
- ✓ Desarrollar modelos macro de pequeña escala para conducir experimentos de política (por ejemplo: costos de una desinflación)
- ✓ Analizar temas de estrategia de política monetaria: (i) inflation targeting, (ii) credibilidad, (iii) política monetaria óptima y consecuencias sobre el bienestar de las acciones de política

Motivación

Dados estos objetivos, se ha procedido a realizar:

- ✓ Una estimación econométrica de la Curva de Phillips (neokeynesiana), buscando maximizar su poder predictivo y la estabilidad de los parámetros
- ✓ Una estimación de la Curva de Phillips (neokeynesiana) mediante un modelo DSGE y métodos bayesianos

2

Estimaciones



Parte I: Estimación econométrica tradicional

Modelo uniecuacional de la Curva de Phillips

Siguiendo a Galí y Gertler (1999)*, la curva de Phillips establece que la inflación está determinada por las expectativas de inflación ($E_t\pi_{t+1}$) y el nivel de actividad (x_t , brecha del producto):

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + kx_t$$

Principal complicación: la presencia de expectativas

Posibles soluciones:

- ✓ Utilizar datos de expectativas del sector privado directamente (implícitas en productos financieros, o encuestas):

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1}^e + kx_t + u_t$$

- ✓ ¿Qué sucede si se introduce indexación o expectativas adaptativas en el modelo?

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1}^e + \gamma \pi_{t-1} + kx_t + u_t$$

- ✓ Las dos alternativas permiten estimar el modelo por MCO. Se ha tomado la versión más general (con inercia inflacionaria)

*Galí y Gertler (1999), "Inflation dynamics: A structural econometric analysis", Journal of Monetary Economics 44.

Parte I: Estimación econométrica tradicional

Modelo uniecuacional de la Curva de Phillips

a. El modelo presenta buen ajuste, lo que sugiere que puede usarse para proyectar (en ausencia de cambios estructurales)

Dependent Variable: IPC_SIN_ALIM_ENERG
 Method: Least Squares
 Date: 01/04/17 Time: 16:56
 Sample (adjusted): 2002Q4 2016Q4
 Included observations: 57 after adjustments

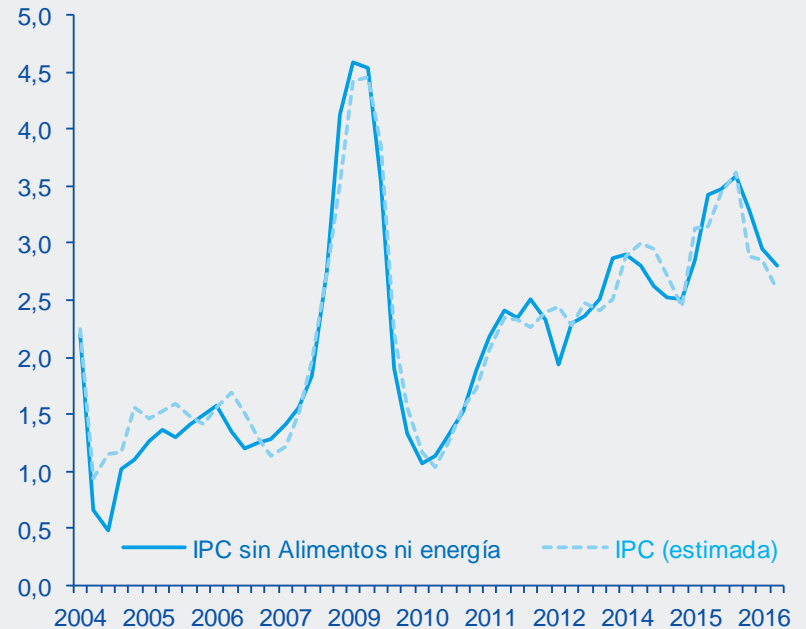
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EXPECTATIVAS_1A(-2)	0.404707	0.043755	9.249403	0.0000
IPC_SIN_ALIM_ENERG(-1...)	0.484582	0.056081	8.640814	0.0000
BRECHA(-3)	0.189800	0.032670	5.809558	0.0000
DUM_1	-0.937720	0.180607	-5.192057	0.0000
DUM_2	-0.533422	0.194399	-2.743954	0.0084
DUM_3	0.889780	0.152557	5.832443	0.0000
DUM_4	0.731499	0.180353	4.055930	0.0002
R-squared	0.938056	Mean dependent var	2.179096	
Adjusted R-squared	0.930623	S.D. dependent var	0.944804	
S.E. of regression	0.248856	Akaike info criterion	0.170703	
Sum squared resid	3.096473	Schwarz criterion	0.421604	
Log likelihood	2.134953	Hannan-Quinn criter.	0.268212	
Durbin-Watson stat	1.821496			

Variables Dummy:

- dum_1 ; smpl 2004.02
- dum_2 ; smpl 2009.04
- dum_3 ; smpl 2015.02 2016.01
- dum_4 ; smpl 2003.02

El modelo muestra un buen ajuste

INFLACIÓN SIN ALIMENTOS NI ENERGÍA
 (var. % interanual)



Parte I: Estimación econométrica tradicional

Modelo uniecuacional de la Curva de Phillips

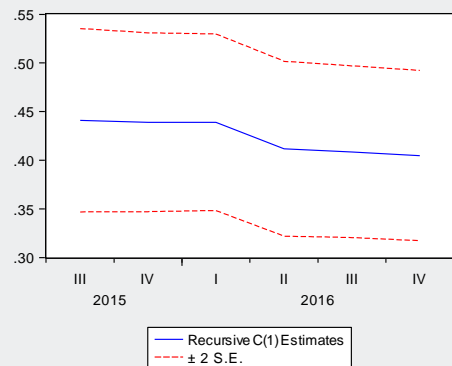
b. El modelo presenta estabilidad de parámetros

Estimaciones recursivas de los coeficientes

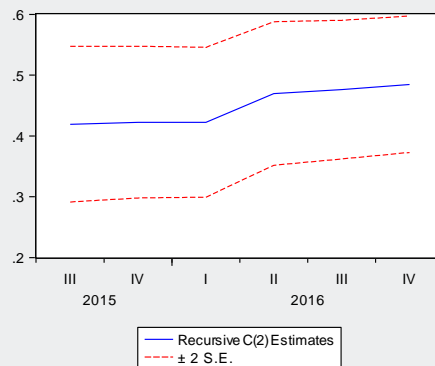
Técnica para identificar cambios estructurales

- ✓ Se basa en la estimación secuencial para distintos periodos, con un tamaño igual al número parámetros y añadiendo una unidad hasta llegar a la muestra total.
- ✓ Si no existe cambio estructural, las sucesivas estimaciones de los parámetros debieran mantenerse constantes, y los residuos no se desviarán mucho de cero

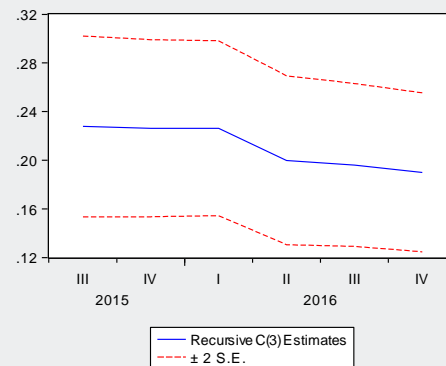
Coefic. asociado a expectativas



Coefic. asociado a inercia



Coefic. asociado a la brecha



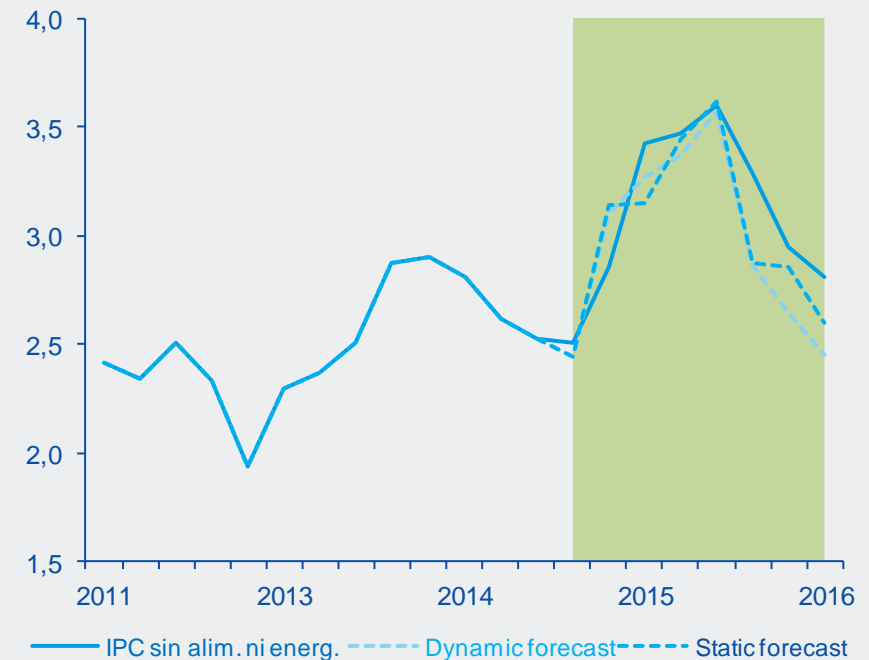
Parte I: Estimación econométrica tradicional

Modelo uniecuacional de la Curva de Phillips

c. Evaluación de poder predictivo

INFLACIÓN SIN ALIMENTOS NI ENERGÍA: EVALUACIÓN DEL PODER PREDICTIVO DEL MODELO DE CURVA DE PHILLIPS ^{1,2}

(var. % interanual)



Evaluación dentro de la muestra:
Predicciones para el periodo 1T2015-4T2016

- ✓ En la proyección dinámica y estocástica, el modelo presenta buen poder predictivo a 4-5 trimestres

1/. La predicción estática nos informa de los errores que habiéramos cometido de utilizar el modelo para predecir sólo un periodo por delante.
2/. La predicción dinámica deja al modelo que vaya realimentando sus propias predicciones.

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Microfundamentos de la Curva de Phillips

Un marco analítico para derivar una Curva de Phillips 'microfundada' ha sido proporcionado por el enfoque Neo-Keynesiano, el cual se construye sobre la base de dos elementos claves:

- ✓ Optimización intertemporal y expectativas racionales
- ✓ Competencia imperfecta en el mercado de bienes, y rigideces de precios

Así, los modelos DSGE Neo-Keynesianos son útiles para una discusión disciplinada de política monetaria:

- ✓ Consistencia interna, parámetros estructurales, rol de las expectativas, inmunes a la crítica de Lucas, entre otros
- ✓ Permiten organizar la discusión sobre el estado actual de la economía y los probables efectos de acciones de política

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo Neo-Keynesiano básico

Referencias: Rotemberg y Woodford (1997)*, Yun (1996)**, Clarida, Galí y Gertler (1999)***, entre otros

Principales características del modelo utilizado:

- ✓ Economía cerrada (sirve de base para modelos más complicados)
- ✓ Agentes: hogares, empresas y gobierno-autoridad monetaria
- ✓ Economía con capital y trabajo como factores productivos
- ✓ Incluye formación de hábitos en consumo y costos de ajuste a la inversión
- ✓ Competencia monopolística entre empresas
- ✓ Rigideces de precios (cuando los precios se ajustan lentamente, la política monetaria afecta la tasa de interés real de la economía y las variables reales)
- ✓ Incluye indexación de la inflación

* Rotemberg y Woodford (1997), "An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy", MIT.

** Yun (1996), "Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles", Korea Economic Research Institute, Seoul 150-756.

*** Clarida, Galí y Gertler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", Journal of Economic Literature.

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo Neo-Keynesiano básico

Una versión log-lineal en torno al Estado Estacionario (ver Anexo para mayor detalle)
 Variables expresadas como desviaciones logarítmicas respecto a sus valores tendenciales

Curva de Phillips Neo-Keynesiana:

$$\pi_t = (\beta / (1 + \beta \varphi_P)) E_t \pi_{t+1} + (\varphi_P / (1 + \beta \varphi_P)) \pi_{t-1} + K m c_t$$

donde $K = (1 - \beta\theta)(1 - \theta) / (\theta(1 + \beta\varphi_P))$, en el caso de rigideces de precios a la Calvo. En cada periodo una firma es capaz de cambiar su precio con probabilidad $1 - \theta$. En cuanto a los **costos marginales**, se definen como:

$$m c_t = w_t - y_t + l_t + m u p_t$$

Donde, $m u p_t$ es un choque de márgenes o costos

¿Cómo podemos identificar los parámetros β, φ_P, θ ? Solución: estimación bayesiana

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo Neo-Keynesiano básico

Los resultados del modelo están altamente vinculados al valor de los parámetros impuestos. Así, para que el modelo consiga replicar las principales características de la economía peruana, fue calibrado utilizando técnicas bayesianas

De manera sencilla, los 22 parámetros del modelo (posteriors) se estimaron utilizando algunos valores iniciales (priors) y datos macro de Perú*

En particular, el modelo se estimó utilizando el PIB real, la inflación y la tasa de interés de referencia. En la producción y la inflación los datos fueron ajustados estacionalmente

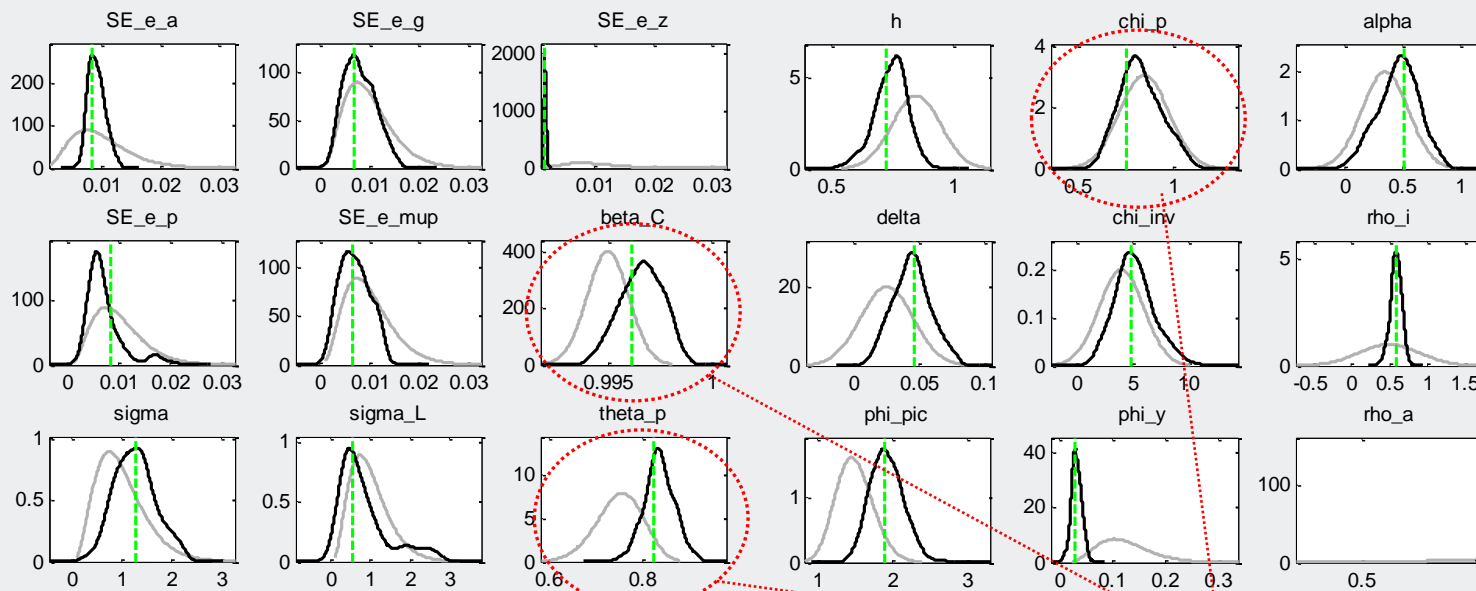
*La distribución “posterior” es proporcional al producto de la distribución “prior” de los parámetros y la función de verosimilitud de los datos. La distribución “prior” describe la información disponible antes de la observación de los datos utilizados en la estimación. Los datos observados se utilizan para actualizar la “prior” y a través del teorema de Bayes obtener la distribución posterior de los parámetros.

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo Neo-Keynesiano básico

ESTIMACIÓN BAYESIANA

Distribuciones prior (línea gris) y posterior (línea negra) de los parámetros



Identificación de parámetros de la Curva de Phillips

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo Neo-Keynesiano básico

Dados los parámetros “posterior” obtenidos, la curva de Phillips identificada es la siguiente:

Curva de Phillips Neo-Keynesiana

$$\pi_t = 0,55E_t\pi_{t+1} + 0,45\pi_{t-1} + 0,02mc_t$$

Los resultados obtenidos apuntan a un mayor peso del componente forward-looking en la determinación de la inflación

3

Conclusiones



Conclusiones

Estimación econométrica tradicional

- ✓ Útil para realizar proyecciones: buen ajuste y poder predictivo
 - Permitirá incorporar cambios en la actividad y su impacto directo en la proyección de inflación
 - No es despreciable el efecto de las expectativas de inflación sobre los precios
 - El componente de inercia, de mayor peso en los coeficientes, ha ido ganando relativa importancia (ver lámina 7). ¿Esto sugiere alguna erosión en la credibilidad del Banco Central?

- ✓ Permite relacionar las proyecciones al estado del ciclo económico (brecha del producto)

- ✓ Es necesario revisar periódicamente el modelo, de manera que las estimaciones utilizadas para la proyección incorporen toda la información relevante como respuesta a los cambios en la estructura de la economía y el entorno en que se desarrolla

Conclusiones

Estimación con DSGE y métodos bayesianos

- ✓ Abre agenda de investigación: muchos de los parámetros estimados son altamente informativos:
 - En el modelo considerado, la dinámica inflacionaria depende de un componente inercial y de la expectativas de inflación a 4 trimestres (componente forward-looking). Los resultados de los parámetros “posterior” obtenidos dan un mayor peso al segundo componente (en torno a 55%, a diferencia de la estimación tradicional que da más peso al pasado)
 - De acuerdo a este resultado, es necesario que el Banco Central asigne un peso importante a su política de comunicación de sus acciones futuras: si la entidad monetaria es capaz de guiar las expectativas de los agentes privados puede controlar la inflación a un menor costo

4

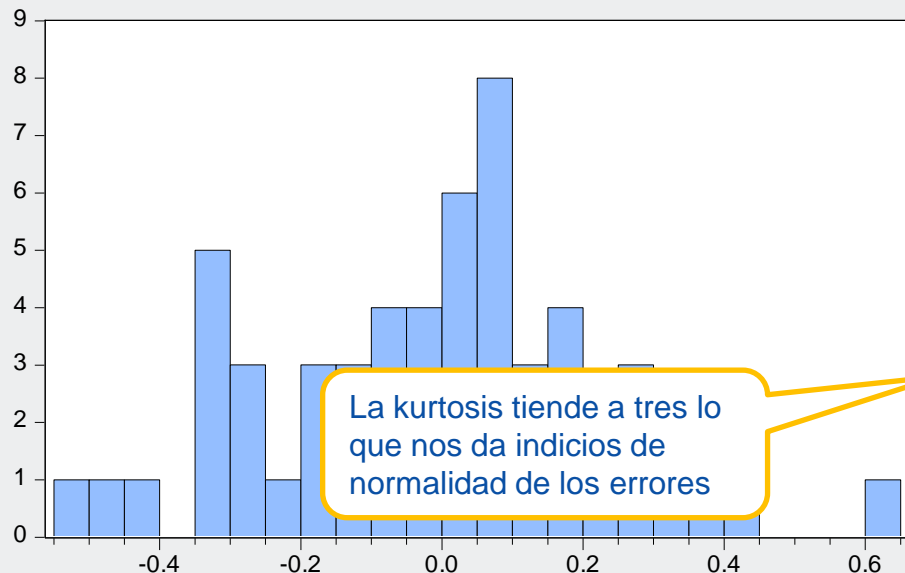
Anexos



Parte I: Estimación tradicional

Modelo uniecuacional de la Curva de Phillips

¿Son normales los residuos del modelo?
 Bajo el supuesto de normalidad: $K=3$, $S=0$, entonces $JB=0$



Series: RESID	
Sample 2002Q1 2016Q4	
Observations 57	
Mean	-0.005665
Median	0.012750
Maximum	0.609792
Minimum	-0.507448
Std. Dev.	0.235078
Skewness	0.054402
Kurtosis	2.792771
Jarque-Bera	0.130107
Probability	0.937017

La kurtosis tiende a tres lo que nos da indicios de normalidad de los errores

La asimetría tiende a cero, lo que nos da indicios de normalidad

El JB es menor que 5.99; entonces, no se rechaza H_0

*Galí y Gertler (1999), "Inflation dynamics: A structural econometric analysis", Journal of Monetary Economics 44.

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo DSGE utilizado

BLOQUE DE DEMANDA AGREGADA

$$y_t = \phi_C c_t + \phi_{INV} inv_t + \phi_G G_t \quad \text{Fuentes de gasto: consumo e inversión (gasto de gobierno es choque exógeno)}$$

$$c_t = (1/(1+h))E_t c_{t+1} + (h/(1+h))c_{t-1} - \sigma((1-h)/(1+h))(i_t - E_t \pi_{t+1}) + (1-\rho_c)\sigma pref_t \quad \text{Euler de consumo}$$

$$w_t = \sigma_L l_t + 1/\sigma (1/(1-h))c_t - 1/\sigma (h/(1-h))c_{t-1} \quad \text{Oferta de trabajo}$$

$$q_t = \phi_I(inv_t - inv_{t-1}) - \beta \phi_I(inv_{t+1} - inv_t) \quad \text{Inversión, Q de Tobin}$$

$$k_t = \delta inv_t + (1-\delta)k_{t-1} \quad \text{Movimiento del capital}$$

POLITICA MONETARIA Y CHOQUES

$$i_t = \vartheta i_{t-1} + (1-\vartheta)(\varphi_\pi \pi_t + \varphi_y y_t) + z_t$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_{g,t} \quad \dots \text{gasto público}$$

$$pref_t = \rho_{pref} pref_{t-1} + \varepsilon_{pref,t} \quad \dots \text{preferencias}$$

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_{a,t} \quad \dots \text{productividad}$$

$$mup_t = \rho_{mup} pref_{t-1} + \varepsilon_{mup,t} \quad \dots \text{costos}$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_{z,t} \quad \dots \text{política monetaria}$$

BLOQUE DE OFERTA AGREGADA

$$y_t = a_t + \alpha k_{t-1} + (1-\alpha)l_t \quad \text{Función de producción}$$

$$\pi_t = (\beta/(1+\beta\varphi_P))E_t \pi_{t+1} + (\varphi_P/(1+\beta\varphi_P))\pi_{t-1} + Kmc_t \quad \text{Curva de Phillips (a)}$$

$$mc_t = w_t - y_t + l_t + mup_t \quad \text{Curva de Phillips (b)}$$

$$rk_{t+1} = i_t - E_t \pi_{t+1} \quad \text{Mercado de capital (a)}$$

$$rk_t = (1-\varepsilon)(mc_t + y_t - k_{t-1}) + \varepsilon q_t - q_{t-1} \quad \text{Mercado de capital (b)}$$

Parte II: Estimación a través de un modelo de pequeña escala

Modelo DSGE utilizado

ESTIMACIÓN BAYESIANA DE LOS PARÁMETROS (periodo 1T04-2T16)

parameters						
	prior mean	post. mean	90% HPD	interval	prior	pstdev
beta_C	0,9950	0,9966	0,9949	0,9982	gamma	0,001
sigma	1,0000	1,2664	0,5953	1,9387	gamma	0,500
sigma_L	1,0000	0,8453	0,1080	1,9391	gamma	0,500
theta_p	0,7500	0,8367	0,7826	0,8850	beta	0,050
h	0,8500	0,7455	0,6445	0,8613	norm	0,100
chi_p	0,8500	0,8303	0,6447	0,9993	norm	0,130
alpha	0,3500	0,4630	0,1835	0,7574	norm	0,200
delta	0,0250	0,0439	0,0187	0,0656	norm	0,020
chi_inv	4,0000	5,1843	2,1081	7,8942	norm	2,000
rho_i	0,5000	0,5896	0,4832	0,7179	norm	0,400
phi_pic	1,5000	1,9309	1,6123	2,3077	gamma	0,250
phi_y	0,1250	0,0331	0,0191	0,0502	gamma	0,050
rho_a	0,8000	0,9955	0,9909	0,9999	beta	0,150
rho_g	0,8000	0,7800	0,5173	0,9991	beta	0,150
rho_z	0,8000	0,6996	0,5296	0,8428	beta	0,150
rho_p	0,8000	0,8817	0,8318	0,9498	beta	0,150
rho_mup	0,8	0,818	0,631	0,9996	beta	0,150
standard deviation of shocks						
	prior mean	post. mean	90% HPD	interval	prior	pstdev
e_a	0,0100	0,0091	0,0071	0,0115	gamma	0,005
e_g	0,0100	0,0080	0,0032	0,0131	gamma	0,005
e_z	0,0100	0,0013	0,0010	0,0016	gamma	0,005
e_p	0,0100	0,0072	0,0027	0,0111	gamma	0,005
e_mup	0,0100	0,0071	0,0025	0,0119	gamma	0,005

IMPULSO RESPUESTA DE LAS VARIABLES A LOS CHOQUES FUNDAMENTALES

