



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

SDT 290

IMPLICACIONES MACROECONÓMICAS DE SHOCKS DE OFERTA PERSISTENTES: EL CASO DE CHILE

Autores: *Felipe Morandé y
Mauricio Tejada*

Santiago, Diciembre 2008

Implicaciones Macroeconómicas de Shocks de Oferta Persistentes: El caso de Chile

*Felipe Morandé**

Mauricio Tejada†

Resumen

En los últimos años la economía chilena ha experimentado una multiplicidad de shocks de costos, los cuales han sido más persistentes de lo que se pensaba cuando se iniciaron y han llevado a la tasa de inflación a niveles muy superiores a la meta establecida por el Banco Central. En este contexto, el objetivo del artículo es analizar y cuantificar las implicaciones de shocks de oferta más persistentes sobre las principales variables macroeconómicas, esto es la tasa de inflación, la brecha del producto y la tasa de interés. Encontramos que shocks de oferta más persistentes llevan a que las principales variables macroeconómicas muestren una mayor persistencia y una mayor volatilidad, lo cual a su vez lleva a que el desequilibrio generado por un shock de este tipo demore más tiempo en desaparecer. Adicionalmente, un mayor grado de indexación generado por un posible desanclaje de expectativas puede exacerbar el impacto de la persistencia en los shocks de oferta. Finalmente, los efectos sobre la inflación se anulan si el Banco Central sólo pondera la tasa de inflación en su función de pérdida.

Palabras Clave:

Persistencia, Shocks de Oferta, DSGE, Métodos Bayesianos.

* Decano, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. Dirección: Diagonal Paraguay 257, Ed. TecnoAulas, 3er piso. Santiago, Chile. Teléfono: (56-2) 9783985. E-mail: fmorande@fen.uchile.cl

† Investigador Asociado. Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. Dirección: Diagonal Paraguay 257, Of.2205B. Santiago, Chile. Teléfono: (56-2) 9783627. E-mail: mtejada@fen.uchile.cl

1. Introducción

En los últimos años la economía chilena ha experimentado una multiplicidad de shocks de costos que han incrementado sustancialmente los precios internos. Más aún, dichos shocks se han tornado más persistentes de lo que se pensaba cuando se iniciaron. Las fuentes son variadas. A nivel mundial, la mayor gravitación de economías emergentes, como la China, en los mercados internacionales ha cambiado sustancialmente los precios relativos. En particular, los precios de productos manufacturados han tendido a caer, mientras que los de los commodities se han incrementado de manera importante. Un caso particular ha sido el petróleo cuya mayor demanda, sumado a una oferta que opera a capacidad y mercados altamente especulativos, ha llevado a que sus precios pasen de valores cercanos a 30 dólares el barril a principios de la década a valores que superan los 140 dólares en los últimos meses. Adicionalmente, y también consecuencia del comportamiento del precio del petróleo, la búsqueda de fuentes energéticas alternativas como los bio-combustibles ha llevado a los precios de los principales alimentos (granos) a niveles impensados hace algunos años.¹ Por otro lado, las tendencias financieras mundiales también han contribuido a la escalada de los precios de los commodities. En efecto, la depreciación efectiva del dólar ha incrementado el poder de compra de los países consumidores de petróleo y otros commodities (y por tanto su demanda) y ha incrementado también los costos de los insumos en otras monedas. En el plano interno, los constantes recortes en los envíos de gas desde Argentina y los déficits recurrentes de agua embalsada han incrementado de manera importante los costos de generación eléctrica y con ello los precios de la energía. A lo anterior se han sumado factores climáticos, como sequías, que han afectado a los precios de los productos agrícolas en el país.

Como resultado la tasa de inflación anual del IPC se ha incrementado persistentemente desde 2,8% a principios de 2007 a niveles superiores a 9% en lo más reciente, con lo que se ha alejado considerablemente de la meta del Banco Central (3%) e incluso ya va a ser casi un año que esta por encima del techo del rango de tolerancia (+/- 1%). Claramente, y en línea con lo comentado antes, las principales incidencias las han tenido los precios de los

¹ En la actualidad ha pasado a un primer plano en el debate mundial un posible conflicto entre alimentos y combustibles.

combustibles y la energía y de los alimentos.² A lo anterior se ha sumado un crecimiento real del producto por debajo de su nivel potencial, lo que ha configurado un escenario complicado para la política monetaria. Durante 2007 el Banco Central retiró solo muy gradualmente el estímulo monetario bajo la premisa de que los shocks de costos se iban a disipar e incluso tuvo pausas en dicho proceso en varios meses consecutivos. No obstante dichos shocks no se disiparon rápidamente y la tasa de inflación continuó creciendo poniendo en peligro la credibilidad de la autoridad monetaria. Como lo señalan Céspedes y Soto (2007), desde el establecimiento del esquema de metas de inflación para el manejo de la política monetaria en Chile, a principios de los 90s, el Banco Central ha ganado una alta credibilidad, lo que ha llevado a un mayor grado de rigidez nominal y a un menor grado de indexación a la inflación pasada por parte de los fijadores de precios. Así, dado el contexto actual una posible pérdida de credibilidad puede llevar a un mayor grado de indexación exacerbando así el efecto de los shocks de oferta persistentes (efectos de segunda vuelta). No fue sino hasta 2008, para evitar un posible desanclaje de expectativas, que el Banco Central empezó a incrementar agresivamente la tasa de interés (en 50 puntos base).

Dado este contexto, el objetivo del artículo es analizar y cuantificar las implicaciones de shocks de oferta más persistentes sobre las principales variables macroeconómicas, esto es la tasa de inflación, la brecha del producto y la tasa de interés. Centramos el análisis en las implicaciones sobre la persistencia y la volatilidad de estas variables, así como en el lapso de tiempo que demora la inflación en retornar a la meta una vez que el shock de oferta haya ocurrido (horizonte implícito). Para cumplir con este objetivo estimamos y simulamos un modelo neo-keynesiano simple para una economía cerrada que está formado por tres ecuaciones, una demanda agregada, una oferta agregada y una regla de política monetaria. En la especificación del modelo suponemos que los shocks asociados a cada una de estas ecuaciones siguen un proceso $AR(1)$, lo cual se justifica, primero, por ganancias en términos del ajuste del modelo a los datos y, segundo, porque nos permite estudiar el rol del coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta (su persistencia). Usando el modelo descrito realizamos tres ejercicios de simulación. En el primero simulamos el modelo para cada posible valor del coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta. En un segundo

² El IPC de combustibles y energía ha alcanzado tasas de crecimiento en doce meses cercanas a 20%, en tanto que el crecimiento del asociado a alimentos incluso ha superado el 30%.

grupo agregamos un elemento adicional de persistencia y nos preguntamos cuál es el rol del componente indexatorio de los agentes en propagar la persistencia desde los shocks hacia la inflación (efectos de segunda vuelta). Finalmente, en el tercer grupo analizamos las implicaciones bajo política monetaria óptima suponiendo para ello distintos tipos de Banco Central en función de sus preferencias. En este último caso prescindimos de la regla de política monetaria estimada y suponemos que el Banco Central minimiza una función de pérdida cuadrática sujeto a las restricciones que le impone el comportamiento de la economía.

Encontramos que shocks de oferta más persistentes llevan a que las principales variables macroeconómicas muestren una mayor persistencia y una mayor volatilidad, lo cual a su vez lleva a que el desequilibrio generado por un shock de este tipo demore más tiempo en desaparecer. Más aún, mientras mayor sea el coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta mayor será el efecto sobre la persistencia, la volatilidad y la duración del desequilibrio ante cambios marginales en éste (relaciones no lineales). Adicionalmente, encontramos que efectivamente un mayor grado de indexación puede, por un lado, exacerbar el impacto de la persistencia en los shocks de oferta sobre la persistencia y la volatilidad de las variables incrementando con ello el horizonte implícito y, por el otro, modificar las implicaciones haciendo que las relaciones entre éstas sean diferentes (en algunos casos lineal y en otros no lineal). Finalmente, encontramos que bajo un Banco Central que sólo pondera la tasa de inflación en su función de pérdida, la persistencia y volatilidad de esta variable tienden a cero sin importar si los shocks de oferta se tornan más persistentes o si el grado de indexación aumenta, con lo cual cualquier desvío de la meta es corregido inmediatamente. La brecha del producto y la tasa de interés, en tanto, tienden a ser más persistentes y volátiles. En el caso que al Banco Central le de alguna ponderación a la brecha del producto, las implicaciones de shocks de oferta más persistentes son similares a las halladas utilizando la regla de política estimada para el Banco Central de Chile.

El artículo está organizado como sigue. En la sección 2 presentamos la especificación del modelo y discutimos, brevemente, la estrategia utilizada para su estimación y las razones para la elección de dicha estrategia. La sección 3 se divide en cuatro partes. En la primera presentamos los resultados de la estimación y caracterizamos el escenario base y en

las tres siguientes reportamos los resultados de los ejercicios de simulación. Finalmente, en la sección 4 se entregan algunos comentarios finales.

2. El Modelo y Estrategia de Estimación

Para analizar las implicaciones macroeconómicas de shocks de oferta persistentes utilizamos un modelo neo-keynesiano simple para una economía cerrada. En particular, la especificación utilizada sigue de cerca la de Cho y Moreno (2006), la misma que incorpora tanto componentes *forward-looking*, para capturar el rol de las expectativas, como *backward-looking*, que controlan por persistencia endógena en el modelo. Cho y Moreno (2006) y Fuhrer y Moore (1995) discuten la importancia de incorporar estos últimos componentes, ya que éstos mejoran sustancialmente el ajuste del modelo y, con ello, hacen que su dinámica se asemeje más a la realidad. El modelo está formado por tres ecuaciones, una demanda agregada o curva IS, una oferta agregada o curva de Phillips y, finalmente, una regla de política monetaria. Es importante mencionar que estas tres ecuaciones pueden ser derivadas de un modelo de equilibrio general microfundado; ver Woodford (2003).

La especificación para la demanda agregada o curva IS, basada en Fuhrer y Moore (1995), surge del problema de optimización de un agente representativo con persistencia en los hábitos de consumo:

$$y_t = \mu E_t y_{t+1} + (1 - \mu) y_{t-1} - \phi(r_t - E_t \pi_{t+1}) + \varepsilon_t^{IS} \quad (1)$$

Donde y_t es la brecha del producto definida como la diferencia entre el producto efectivo y su nivel potencial, π_t es la tasa de inflación, r_t es la tasa de interés nominal de corto plazo (instrumento de política monetaria), ε_t^{IS} es el componente de error que captura los shocks de demanda y E_t es el operador de esperanza matemática condicional en la información hasta el período t . La persistencia en los hábitos de consumo es capturada por el parámetro μ en la especificación anterior, el cuál depende inversamente de dicha persistencia. Como lo destacan Fuhrer y Moore (1995), el hecho que las familias puedan ajustar de manera suave su consumo ante la presencia de shocks permite replicar de manera más realista la dinámica del consumo, el producto, las tasas de interés y la inflación, esto respecto de los modelos tradicionales que no incorporan dicha persistencia. Para el caso de Chile, Caputo et al. (2006) encuentran evidencia en favor de la relevancia de este

componente, no obstante concluyen también que es menos importante que el asociado a la persistencia en la curva de Phillips.

La curva de oferta agregada, en tanto, está representada por una curva de Phillips neo-keynesiana híbrida y como tal es una generalización de la propuesta originalmente por Calvo (1983):

$$\pi_t = \delta E_t \pi_{t+1} + (1 - \delta) \pi_{t-1} + \lambda y_t + \varepsilon_t^{AS} \quad (2)$$

Donde ahora ε_t^{AS} es un error aleatorio que representa los shocks de oferta (o de costos). Esta especificación híbrida ha sido ampliamente utilizada en la literatura, ver por ejemplo Galí et al. (2005) o Lindé (2005), y surgió de las limitaciones empíricas la curva de Phillips neo-keynesiana pura (Galí y Gertler, 1999). Más allá de que a nivel empírico se requiera de este componente para mejorar la dinámica del modelo, en términos conceptuales Christiano et al. (2005) entre otros interpretan el término rezagado de la inflación como el resultado de comportamientos indexatorios por parte de los fijadores de precios en la economía. Así, mientras más importante sea el componente indexatorio (inercia), menor será el parámetro δ en la especificación anterior. Cabe señalar que la literatura empírica para Chile encuentra evidencia en favor de esta especificación híbrida en lugar de la especificación pura para la curva de Phillips neo-keynesiana (Céspedes et al., 2005; Caputo et al., 2006).

Finalmente, para la regla de política monetaria del Banco Central usamos la especificación propuesta por Clarida et al. (2000), la cual incluye expectativas sobre la inflación futura y preferencias por un comportamiento suave de la tasa de interés.

$$r_t = \rho r_{t-1} + (1 - \rho) [\alpha_{MP} + \beta E_t \pi_{t+1} + \gamma y_t] + \varepsilon_t^{MP} \quad (3)$$

El error aleatorio ε_t^{MP} en este caso representa los shocks de política. Es importante mencionar que dicho error permite introducir en el modelo posibles cambios aleatorios de política por parte del Banco Central y, por tanto, no se restringe la acción de éste a respuestas únicamente a cambios en las condiciones económicas (cambios en los argumentos de la función de reacción). Siguiendo a Svensson (1999), la incorporación del componente *forward-looking* de la inflación en la regla de política se puede interpretar como la aplicación del esquema de metas de inflación usando la proyección de la inflación como meta intermedia (*intermediate-targeting rule*). El componente rezagado de la tasa de interés, por su parte, captura el hecho que el Banco Central prefiere realizar cambios suaves en su instrumento y, por tanto, no elimina completamente en un solo período la brecha

entre sus variables objetivo y sus respectivas metas.³ Cabe señalar que especificaciones como esta han sido utilizadas en aplicaciones empíricas para el caso de Chile; ver por ejemplo Corbo (2002).

Para completar la especificación del modelo suponemos que los shocks, en las ecuaciones (1) a (3), están autocorrelacionados y que su proceso generador de datos es uno autorregresivo de primer orden o $AR(1)$, es decir:

$$\varepsilon_t^{IS} = \rho_{IS}\varepsilon_{t-1}^{IS} + v_t^{IS} \quad (4)$$

$$\varepsilon_t^{AS} = \rho_{AS}\varepsilon_{t-1}^{AS} + v_t^{AS} \quad (5)$$

$$\varepsilon_t^{MP} = \rho_{MP}\varepsilon_{t-1}^{MP} + v_t^{MP} \quad (6)$$

Donde v_t^i , con $i = IS;AS;MP$, son procesos ruido blanco con media cero y varianza constante e igual a σ_i^2 . Se puede recurrir a dos tipos de justificaciones para la especificación de errores autocorrelacionados. La primera, de carácter metodológico, se relaciona con el ajuste del modelo a los datos. Cho y Moreno (2006) muestran que la especificación (1) a (3) bajo el supuesto que los shocks son ruido blanco es rechazada con holgura por los datos, ya que no refleja la dinámica de las variables observadas. Lo anterior es aún más crítico cuando se cuenta con períodos de estudio relativamente cortos, característica que se observa en los datos usados aquí. La segunda justificación, más empírica, se relaciona con los objetivos mismos del artículo, ya que la introducción del proceso autorregresivo nos permite estudiar las implicaciones del parámetro ρ_{AS} asociado al proceso AR de los shocks de oferta (su persistencia). Finalmente, si bien los shocks están autocorrelacionados, suponemos que éstos no presentan correlación entre sí. Esto no representa una limitación ya que, como lo muestran Cho y Moreno (2006), suponer lo contrario no genera ganancias sustanciales en términos del ajuste del modelo.

En este punto vale la pena hacer algunos comentarios sobre lo que entendemos por shocks de oferta persistentes y su relación con el parámetro autorregresivo ρ_{AS} . Por definición una serie de tiempo que sigue un proceso autorregresivo se retroalimenta a sí misma ante cualquier perturbación y dicha retroalimentación evita que la serie retorne a su

³ Una de las justificaciones que se han dado en la literatura para modelar cambios suaves en la tasa de interés se relaciona con la incertidumbre en los parámetros del modelo (incertidumbre multiplicativa), la cual, bajo ciertas condiciones, hace que sea óptimo para el Banco Central manejar cautelosamente la política monetaria. Para una extensiva revisión de la literatura sobre el tema ver Morandé y Tejada (2007).

media inmediatamente (como lo haría una serie *ruido blanco*). El tiempo que dura el desvío depende del parámetro autorregresivo y, mientras más grande sea éste, más tiempo demorará la serie en retornar a su media.⁴ La pregunta que debemos responder, entonces, es si los shocks de costos pueden ser caracterizados de esta manera. Ciertamente pensar que un shock aumentador de costos particular, como por ejemplo una sequía, se retroalimenta así mismo puede ser un supuesto algo fuerte. De hecho, en general se concibe a este tipo de shocks como eventos aleatorios de carácter netamente transitorio. No obstante, si se piensa en una definición más general de shocks de oferta, que incluya cualquier tipo de evento que aumenta los costos, como lo es ε_t^{AS} en la ecuación (2), podemos suponer que efectivamente existe retroalimentación, ya que una vez que el shock puramente aleatorio ha ocurrido este se retroalimentará aunque posiblemente en otro tipo shock igualmente aumentador de costos. En este sentido los shocks de oferta (una vez agregados) serán transitorios pero persistentes y su proceso generador podría caracterizarse mediante la ecuación (5) con $0 \leq \rho_{AS} < 1$.⁵ Un ejemplo claro de lo anterior se está observando actualmente, ya que los shocks en el precio internacional del petróleo están incrementando precios clave en el mundo, los que a su vez (junto con los mismos precios del crudo) están incrementado los costos y los precios internos.

En lo que resta de esta sección discutimos, muy brevemente, la estrategia utilizada para la estimación del modelo y las razones para su elección (en comparación con otras alternativas). Para el detalle de la técnica utilizada ver An y Schorfheide (2007). Existen varios enfoques propuestos en la literatura para encontrar (estimar) los parámetros estructurales en un modelo como el de las ecuaciones (1) a (6). Geweke (1999a) distingue entre aquellos métodos débiles y aquellos fuertes en su interpretación econométrica. Los débiles están basados en el enfoque de calibración propuesto por Kydland y Prescott (1982) donde los parámetros del modelo son elegidos de tal manera que algunos momentos de las series simuladas con el modelo sean lo más cercanos posible a los de los datos observados.⁶ Entre los métodos fuertes se tiene la estimación por máximo verosimilitud con información

⁴ En el extremo, cuando el coeficiente de autocorrelación tiende a uno se dice que la serie es integrada. Recuérdese que los procesos integrados tienen memoria infinita respecto de los shocks pasados, lo cual genera que no exista reversión a la media.

⁵ La intuición nos dice que no existen shocks de oferta permanentes ni explosivos.

⁶ Con el mismo espíritu, algunos autores han propuesto también la comparación de las funciones impulso respuesta (FIR) teóricas y empíricas (por ejemplo, Rotemberg y Woodford, 1998; Christiano et al., 2005).

completa (FIML) y las técnicas bayesianas. En el caso del primero, el modelo es resuelto, usando por ejemplo el método propuesto por Blanchard y Kahn (1980), y escrito en su forma *estado-espacio* de manera que se pueda utilizar el filtro de Kalman para evaluar la verosimilitud.⁷ El segundo, en tanto, combina el enfoque FIML con información que el investigador pueda tener *a priori* sobre el comportamiento de los parámetros (en particular sobre sus distribuciones estadísticas). En este caso se combina la función de verosimilitud con las distribuciones *a priori* (*priors*) de los parámetros para construir, mediante el teorema de Bayes, la distribución de densidad *ex post* (o *posterior*), la misma que es maximizada directamente o a través de simulaciones de Monte Carlo con cadenas de Markov (MCMC).⁸ Como señalan Smets y Wouters (2003), las técnicas fuertes han sido preferidas en la literatura reciente ya que proveen una caracterización completa del proceso generador de datos, lo cual permite a su vez hacer inferencia estadística y proyecciones.

En este artículo, a diferencia de Cho y Moreno (2006), usamos las técnicas bayesianas basadas en simulaciones de Monte Carlo con cadenas de Markov (MCMC)⁹ para la estimación de los parámetros estructurales del modelo, esto debido a las ventajas tanto conceptuales como prácticas que tiene éste método sobre el FIML. En particular, Smets y Wouters (2003) destacan que el hecho de usar información *a priori*, basada por ejemplo en estudios microeconómicos o en otros estudios macroeconómicos previos, hace más estable el algoritmo de optimización aplicado a modelos como los DSGE. Lo anterior es particularmente valorado cuando se cuenta con series de tiempo relativamente cortas como las que usamos en este artículo. Finalmente, cabe señalar que la metodología utilizada en la elección de las distribuciones *a priori* (*priors*) de los parámetros del modelo es la descrita por Del Negro y Schorfheide (2008) y básicamente sigue un proceso iterativo.¹⁰

3. Resultados y Simulaciones

En esta sección presentamos los resultados de la estimación del modelo descrito en las ecuaciones (1) a (6) para la economía chilena y las simulaciones realizadas para analizar (y

⁷ Ver Ireland (1999) para una revisión de la literatura que ha utilizado este método para la estimación de los parámetros estructurales de modelos dinámicos estocásticos.

⁸ Entre la literatura reciente que ha utilizado este tipo de técnicas se puede mencionar Geweke (1999b), Schorfheide (2000) y Fernández-Villaverde y Rubio (2004).

⁹ Una limitación potencial en el uso del MCMC es que es muy demandante en términos computacionales.

¹⁰ Ver también Da Silveira (2007).

cuantificar) las implicaciones de shocks de oferta persistentes. En todo el análisis que sigue centramos nuestra atención en las implicaciones sobre la persistencia y la variabilidad de la inflación, el producto y la tasa de interés, así como en el lapso de tiempo que demora la inflación en retornar a la meta una vez que el shock de oferta se haya realizado. Respecto a dicho lapso de tiempo, podríamos denominar a éste como el horizonte de política implícito en los parámetros macroeconómicos (De Gregorio, 2007).

Los ejercicios de simulación realizados pueden dividirse en tres grupos. En el primero simulamos el modelo para cada posible valor de ρ_{AS} en la ecuación (5) y analizamos las implicaciones de éste sobre los momentos de las series antes mencionados. En un segundo grupo de simulaciones agregamos un elemento adicional de persistencia y nos preguntamos cuál es el rol del componente indexatorio de los agentes, el parámetro δ en la ecuación (2), en propagar la persistencia desde los shocks hacia la inflación, esto bajo la idea de un posible desanclaje de las expectativas que llevaría a los agentes a buscar una mayor indexación en sus precios y salarios ante shocks más persistentes de costos. Finalmente, en el tercer grupo analizamos las implicaciones para la política monetaria óptima bajo los dos casos anteriores, es decir shocks de costos más persistentes y comportamientos indexatorios más acentuados. En esta parte suponemos que el Banco Central maximiza una función de pérdida cuadrática bajo compromiso (se comporta a la *Ramsey*) y simulamos el modelo para distintos tipos de Banco Central en función de sus preferencias. En particular, y tomando la idea de Ball (1995), suponemos que el Banco Central puede ser percibido como un Banco Central fuerte o como uno débil en función al peso que le asigna a la brecha del producto en su función de pérdida.

3.1. Estimaciones

Para la estimación de la ecuaciones (1) a (6) se utilizaron datos trimestrales para el período comprendido entre el primer trimestre de 1990 y el último trimestre de 2007. Para fines de estimación definimos la brecha del producto y_t como la diferencia entre el PIB observado y su tendencia, esta última calculada mediante el filtro de Hodrick y Prescott (HP). Por otro lado, la tasa de inflación π_t está definida ésta definida en términos de desvíos respecto a la meta del Banco Central. En particular, es la variación en doce meses del índice de precios al consumidor (IPC) menos dicha meta. Al igual que Céspedes et al. (2005)

utilizamos la variación del IPC en lugar de la del deflactor implícito del PIB debido a que este último, para el caso de Chile, está medido con considerable ruido y se ve influenciado fuertemente por las variaciones en los términos de intercambio. Adicionalmente, la meta del banco central está expresada en términos de las variaciones del IPC. Finalmente, la tasa de interés de corto plazo r_t se define como la tasa de política monetaria del Banco Central de Chile en términos nominales, a la cual se le extrajo su tendencia usando el filtro HP. Todos los datos anteriores fueron obtenidos del Banco Central de Chile. Cabe señalar que todas las variables están construidas como desvíos respecto a su tendencia (o valor de largo plazo) debido a que el modelo está definido en términos de desviaciones respecto a los valores de *estado estacionario*.

Tabla 1: *Parámetros Estimados*

Parám.	Prom. (Prior)	Prom. (Post.)	IC(*)		Dist. (Prior)
δ	0.500	0.680	0.572	0.778	Beta
λ	0.010	0.011	0.0001	0.021	Normal
μ	0.500	0.744	0.621	0.866	Beta
ϕ	0.010	0.020	0.006	0.033	Normal
ρ	0.500	0.412	0.277	0.564	Beta
β	1.500	1.398	1.163	1.634	Normal
γ	0.500	0.512	0.257	0.784	Normal
ρ_{AS}	0.700	0.642	0.473	0.819	Beta
ρ_{IS}	0.700	0.504	0.303	0.704	Beta
ρ_{MP}	0.700	0.427	0.243	0.599	Beta
σ_{AS}	0.500	0.347	0.201	0.487	Inv.Gama
σ_{IS}	0.500	0.454	0.315	0.596	Inv.Gama
σ_{MP}	0.500	1.561	1.369	1.751	Inv.Gama

(*) Intervalo de confianza al 95%.

Fuente: Cálculos propios.

En la Tabla 1 se presentan los parámetros estimados y el intervalo de confianza *ex post* correspondiente al 5% de nivel de significancia asociado a cada uno de ellos. Adicionalmente, en la misma tabla se presentan también las distribuciones y los valores promedio *a priori* de los parámetros utilizados en la estimación. Nótese que todos los

parámetros estimados son estadísticamente distintos de cero, lo cual es así debido a que en ningún caso el intervalo de confianza estimado contiene el cero. Lo anterior es cierto aún para los casos de λ y ϕ , que si bien toman valores muy pequeños, éstos son estadísticamente distintos de cero. Respecto del ajuste global del modelo, la comparación entre los datos observados y ajustados para la inflación, la brecha del producto y la tasa de interés y los errores del modelo (Figura 1) indica que en general el ajuste del modelo es bueno.¹¹ Adicionalmente, y siguiendo a Cho y Moreno (2006), comparamos el modelo estimado con su contraparte natural, un modelo $VAR(I)$ irrestricto, esto tomando en cuenta que la forma reducida del modelo en su solución toma esta forma bajo ciertas restricciones en los parámetros. Dado que el logaritmo de la verosimilitud del modelo y de la especificación $VAR(I)$ irrestricta alcanza a -481.4 y -475.8, respectivamente, entonces la razón de verosimilitud (11.2) indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que ambos prevengan de la misma distribución (por lo menos al 10% de nivel de significancia).

Respecto de los valores estimados de los parámetros es importante mencionar que los asociados a la curva de Phillips están en línea con los obtenidos en la literatura. En particular, se observa en la Tabla 1 que el componente *forward-looking* domina al *backward-looking*, hecho que es consistente con el esquema de metas de inflación y también con lo hallado por Céspedes et al. (2005). Los parámetros de la demanda agregada, en tanto, no tienen contraparte en la literatura para Chile, pero si son similares a los hallados en otros estudios (principalmente para EE.UU. y la zona Euro). Lo destacable es que el componente de persistencia aunque pequeño en magnitud es significativo (como ya se hizo notar antes), lo que es consistente con lo hallado por Caputo et al. (2006). Finalmente, los parámetros de la regla de política muestran valores algo diferentes a los encontrados por Corbo (2002), excepto en su especificación base para el período 1990 en adelante (en la cual el parámetro para $E_t\pi_{t+1}$ alcanza a 1.4), pero van en línea con la literatura sobre reglas de políticas. En particular, como sostienen Clarida et al. (1999) y Davig y Leeper (2007), si el parámetro relacionado con la inflación en la regla de política es mayor que uno hay evidencia de un comportamiento óptimo por parte del Banco Central.

¹¹ No obstante el buen ajuste, es importante mencionar que la Figura 1 también revela que los errores, en todos los casos, tienden a ser más volátiles a principios de la muestra.

La Tabla 2 presenta algunos momentos seleccionados de las series utilizadas para compararlos con aquellos generados a partir de las simulaciones del modelo. En particular, elegimos la persistencia y la volatilidad dados los objetivos que perseguimos y, además, las correlaciones contemporáneas entre las series. Como se puede observar el modelo replica relativamente bien lo observado en la realidad, lo cual es particularmente cierto tanto para la desviación estándar como para el coeficiente autorregresivo, y esto para todas las series. Donde el modelo falla, tanto en magnitud como en signo, es en replicar la correlación entre la tasa de interés y el producto. Algo similar ocurre, aunque en menor medida (sólo en magnitud), con la correlación entre la inflación y el producto. Lo anterior, sin embargo, no debería representar una limitación para los objetivos aquí perseguidos ya que las dimensiones en las que nos concentramos están correctamente capturadas con el modelo, esto es la persistencia y la volatilidad.

Tabla 2: *Momentos Seleccionados de las Series Observadas y Simuladas*

	Datos		Modelo	
	Desv. Est.	AR(1)	Desv. Est.	AR(1)
π	2.659	0.816	2.810	0.844
y	1.771	0.697	1.661	0.691
r	3.262	0.751	3.719	0.817
$Corr(\pi, y)$	-0.302		-0.104	
$Corr(\pi, r)$	0.789		0.802	
$Corr(r, y)$	-0.208		0.019	

Fuente: Cálculos propios.

En la Figura 2 se presentan las funciones impulso respuesta asociadas a cada una de las variables del modelo base en respuesta a un cambio de una desviación estándar en los shocks estructurales. Algunos aspectos generales se pueden mencionar de la observación de dichas funciones. Primero, en línea con los valores estimados para los parámetros, es claro que el modelo es estacionario ya que todas las variables retornan a sus valores de equilibrio (*estado estacionario*) en el largo plazo. Segundo, dados los coeficientes autorregresivos, es notorio que los shocks de oferta tienden a tener efectos más persistentes en la economía en comparación con los de los shocks de demanda y de política. En particular, ante la

realización de un shock de oferta, las variables tienden a retornar a sus valores de equilibrio después de 15 trimestres aproximadamente, en tanto que en el caso de los shocks de demanda y de política dicho período se acorta a 10 y a algo más de 8 trimestres, respectivamente. Cabe destacar en el caso de la inflación que el período de tiempo que demora ésta en retornar a la meta (su valor de equilibrio de largo plazo por definición), entre 8 y 15 trimestres según el shock, es similar al hallado por De Gregorio (2007).¹² Finalmente, como consecuencia de que el modelo presenta persistencia endógena, asociada a hábitos de consumo, a comportamiento indexatorios y a preferencias por un comportamiento suave de la tasa de interés por parte del Banco Central, la forma que toman las funciones impulso respuesta para todas las variables se caracteriza por tener una curvatura suave (*humped-shaped*). En lo que sigue, y para fines de comparación, denominaremos *escenario base* a los resultados comentados en esta sub-sección.

3.2. Persistencia en los Shocks de Oferta

En esta sub-sección presentamos los resultados obtenidos de simular el modelo para cada posible valor de ρ_{AS} en la ecuación (5). En las simulaciones los valores de dicho parámetro fueron acotados al intervalo $[0,1)$, esto para evitar que los errores asociados a la curva de Phillips tomen la forma de un proceso de caminata aleatoria, ya que los shocks de oferta tal como los definimos tiene la característica de ser transitorios (aunque persistentes) pero no permanentes. Así, para cada valor del parámetro ρ_{AS} , y usando los valores promedio presentados en la Tabla 1 para los demás parámetros, se resolvió el modelo (esto es, se obtuvo la *función de política* o *policy function*) usando el algoritmo de Blanchard y Kahn (1980) y se simuló el modelo para 2000 períodos. Con las series simuladas se obtuvieron los momentos seleccionados para todas las series, es decir su persistencia y volatilidad. Adicionalmente, en base a la solución del modelo se obtuvieron también las funciones impulso respuesta, esto para calcular el período de tiempo en que la inflación retorna a la meta luego de un shock de oferta (el horizonte implícito).

La Figura 3 panel (a) presenta la persistencia de la inflación, la brecha del producto y la tasa de interés, la cual está medida mediante el coeficiente autorregresivo de primer orden

¹² Basado en un proceso autorregresivo de orden uno para la inflación, este autor encuentra que para el caso de Chile el horizonte implícito en los parámetros del modelo (persistencia y volatilidad) es de entre 10 y 16 trimestres.

de las series simuladas. Como se observa la persistencia en la inflación se incrementa (casi de manera lineal) cuando los shocks oferta se tornan más persistentes. En los extremos, si los shocks de oferta fueran puramente transitorios ($\rho_{AS} = 0$), el coeficiente autorregresivo de la inflación sería algo menos que 0.5 (inercia asociada al comportamiento indexatorio únicamente), en tanto que si los shocks se tornaran altamente persistentes dicho coeficiente llegaría a valores superiores a 0.95 (e incluso podría alcanzar la unidad cuando $\rho_{AS} = 1$ pero éste caso no es explorado). En el caso de la persistencia del producto y de la tasa de interés es evidente la relación no lineal existente entre ésta y el coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta. En particular, dicha relación parece ser convexa al origen lo que implica que cambios marginales en la persistencia de los shocks no tienen efectos substanciales en el coeficiente autorregresivo de estas variables cuando dicha persistencia es baja, pero si tienen efectos importantes cuando los shocks se tornan muy persistentes. Esto es particularmente notorio para el caso de la brecha del producto. Los coeficientes autorregresivos de la brecha del producto y de la tasa de interés bajo el supuesto de persistencia nula en los shocks de oferta son 0.68 y 0.71, respectivamente, los cuáles estarían asociados a la inercia endógena existente en el modelo dados los hábitos de consumo en el caso del primero y las preferencias del Banco Central por suavizar la tasa de interés en el caso del segundo. Cabe destacar que en el escenario base la persistencia en la brecha del producto (0.69) estaría en el límite para una escalada si los shocks tienden a ser más persistentes de lo que son en dicho escenario.

En el panel (b) de la Figura 3 se presentan las desviaciones estándar de las series simuladas. Es importante mencionar que presentamos la desviación estándar en lugar de la varianza debido, por un lado, a un problema de escala cuando los shocks de oferta son muy persistentes y, por el otro, a que la interpretación se facilita dado que la desviación estándar está medida en la misma escala que las variables (puntos porcentuales). Al igual que en el caso de la persistencia de la brecha del producto y de la tasa de interés, la relación entre la desviación estándar de las variables y las persistencia de los shocks es no lineal y convexa al origen. Lo anterior es cierto para todas las variables, incluso para la tasa de inflación. En términos de magnitudes, shocks de oferta altamente persistentes pueden llevar a cambios dramáticos en las desviaciones estándar, lo cual es particularmente notorio para la tasa de inflación y la tasa de interés. En el caso de la brecha del producto, por el contrario, si bien

incrementos marginales en la persistencia de los shocks, cuando esta es alta, generan una escalada en su desviación estándar, la magnitud de ésta no es tan significativa como en los dos casos anteriores.

En el panel (c) de la misma figura se presentan las funciones impulso respuesta de la inflación, la brecha del producto y la tasa de interés a cada uno de los shocks estructurales¹³ y para distintos valores del parámetro ρ_{AS} . Consistente todo lo anterior, a medida que la persistencia en los shocks de oferta aumenta, también lo hace (de manera no lineal) la magnitud de su impacto sobre cada una de las variables y la duración del desequilibrio respecto a los valores de largo plazo. En particular, después de un shock de oferta, y según cuan persistente sea este, la inflación podría incrementarse hasta un máximo de entre 0.5 y algo más de 7 puntos porcentuales en los primeros trimestres después del shock. Así, shocks netamente transitorios o poco persistentes (en particular con $\rho_{AS} < 0.5$) incrementarán la inflación pero ésta se mantendrá dentro del rango meta del Banco Central (+/-1% con respecto a la meta), mientras que shocks muy persistentes pueden llevar a ésta muy lejos del rango (en el extremo considerado aquí la inflación podría llegar a niveles superiores a 10% con $\rho_{AS} = 0.9$). Consecuentemente, y según la ecuación (3), el Banco Central reaccionará aumentando la tasa de interés hasta un máximo de 100 puntos base sobre su nivel neutral cuando los shocks de oferta sean poco persistentes ($\rho_{AS} < 0.5$) y sobre 800 puntos base en el caso extremo con shocks altamente persistentes. Ante el comportamiento de la tasa de interés, los efectos máximos sobre el nivel de producto en estos casos extremos varían entre desvíos muy pequeños (o casi imperceptibles) respecto del producto potencial hasta desvíos superiores a 1 %.

Una de las implicaciones observada en las funciones impulso respuesta se relaciona con el hecho que las variables tienden a demorar más tiempo en retornar a sus valores de equilibrio de largo plazo cuando los shocks de oferta se tornan más persistentes. Dicho lapso de tiempo es particularmente importante en el caso de la tasa de inflación bajo el esquema de política monetaria vigente en Chile (*metas de inflación*). Como se observa en el panel (d) de la Figura 3 la relación entre la persistencia de los shocks de oferta y la duración del desequilibrio es claramente no lineal. Cabe destacar que bajo $\rho_{AS} < 0.5$ el tiempo en que

¹³ Al igual que en la sección anterior las funciones impulso respuesta fueron construidas bajo un cambio de una desviación estándar en los shocks estructurales

la inflación demora en retornar a la meta luego de un shock de costos es a lo más 10 trimestres (30 meses), lapso de tiempo que es similar al horizonte de política definido actualmente por el Banco Central (24 meses). Sin embargo, cuando los shocks de oferta tienden a ser muy persistentes la duración del desequilibrio podría alcanzar niveles que distan por mucho dicho horizonte de política. En el escenario base, la inflación se requiere de alrededor de 15 trimestres (45 meses) para retornar a 3% luego de un shock de oferta.

La Tabla 3 resume el tipo de relación entre los momentos seleccionados y la persistencia de los shocks y los resultados descritos antes para los casos extremos, es decir, bajo shocks de oferta altamente y poco persistentes.

Tabla 3: *Cuantificación del Efecto de Shocks de Oferta Persistentes (Casos Extremos)*

	Persistencia(*)			Volatilidad(**)			Horizonte Implícito En Trim. (***)
	π	y	r	π	y	r	
Tipo de Relación con ρ_{AS}	Lineal	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa
Persistencia Mínima de los shocks de oferta. ($\rho_{AS} = 0$)	0.48	0.68	0.71	0.60	1.65	2.50	6 (18)
Persistencia Máxima de los shocks de oferta. ($\rho_{AS} = 0.9$)	0.95	0.88	0.96	18.00	3.35	22.50	50 o más (150 o más)
Persistencia de los shocks de oferta en el Esc. Base. ($\rho_{AS} = 0.64$)	0.81	0.69	0.75	2.66	1.77	3.26	15 (45)

(*) Corresponde al coeficiente autorregresivo de primer orden.

(**) Corresponde a la desviación estándar de la serie.

(***) Entre paréntesis el equivalente en meses.

Fuente: Cálculos propios.

3.3. Indexación y Shocks de Oferta Persistentes

En esta sub-sección presentamos los resultados del segundo grupo de simulaciones. En este caso nos preguntamos cuáles serían las implicaciones sobre la persistencia y la volatilidad de las principales variables macroeconómicas de un eventual desanclaje de expectativas ante shocks de oferta más persistentes. Dicho desanclaje puede llevar a que los agentes económicos busquen una mayor indexación en sus precios y salarios, lo que agregaría un elemento adicional de persistencia en el sistema. En el contexto del modelo

utilizado, lo anterior se puede capturar mediante el parámetro δ en la ecuación (2). En particular, si $\delta \rightarrow 1$ la curva de Phillips se transforma en una especificación puramente *forward-looking* donde sólo las expectativas de inflación determinan la tasa de inflación actual, en tanto que si $\delta \rightarrow 0$ la especificación será completamente *backward-looking* y por tanto sólo el pasado importará en la determinación de la inflación actual (indexación).

Así, el modelo fue resuelto para cada posible valor de los parámetros ρ_{AS} y δ , manteniendo todos los demás parámetros en sus valores promedio estimados, y simulado para 2000 períodos. A partir de las series simuladas se calculó su persistencia y volatilidad. Adicionalmente, se obtuvieron las funciones impulso respuesta para calcular el período de tiempo en que la inflación retorna a la meta luego de un shock de oferta.¹⁴ En este ejercicio nuevamente restringimos los valores del parámetro ρ_{AS} al intervalo $[0,1)$ y para el parámetro δ definimos las cotas entre 0,1 y 0,9 para evitar la presencia de raíces unitarias tanto en el componente *forward-looking* como en el *backward-looking*. Es importante tener presente en el análisis de los resultados que el mejor escenario posible es aquel en el cual los shocks son puramente transitorios ($\rho_{AS} \rightarrow 0$) y los agentes económicos no indexan sus precios a la inflación pasada ($\delta \rightarrow 1$). Llamemos a éste *escenario sin persistencia inflacionaria* para fines de comparación.

En la Figura 4 se presentan los coeficientes autorregresivos y las desviaciones estándar de la inflación, la brecha del producto y la tasa de interés calculadas para cada posible valor de los parámetros ρ_{AS} y δ . En el panel (a), para el coeficiente autorregresivo de la tasa de inflación, se observa que para valores altos del parámetro δ (o menor grado de indexación) la persistencia en la inflación crece de manera casi lineal con el parámetro autorregresivo de los shocks de oferta. Este resultado ya fue comentado en la sub-sección anterior y se explica por el hecho que en dicha simulaciones δ era un parámetro fijo y con un valor relativamente alto (0.68). Cabe señalar que si bien el coeficiente autorregresivo de la inflación, en el caso de shocks de oferta muy persistentes, es menor cuando el grado de indexación es bajo que cuando éste es alto, las diferencias no son sustanciales ya que en cualquier caso la inflación se torna altamente persistente (el coeficiente autorregresivo de la inflación es como mínimo 0.9). Por otro lado, en el caso en que el grado de indexación es

¹⁴ Las funciones impulso respuesta no se presentan por problemas de espacio y sólo se reporta la duración del desequilibrio para el caso de la tasa de inflación.

muy alto, es decir para valores bajos del parámetro δ , se observa que es indiferente si los shocks de oferta son poco o muy persistentes ya que en cualquier caso la inflación se torna altamente inercial, lo anterior es así debido a que el coeficiente autorregresivo de la inflación supera 0.9 en cualquier caso. En el *escenario sin persistencia inflacionaria*, el coeficiente autorregresivo de la inflación es considerablemente más bajo que en todos los casos anteriores, alrededor de 0.1.

En el caso de la brecha del producto y la tasa de interés, paneles (c) y (e) de la Figura 4, se observa una relación no lineal (convexa) entre su persistencia y el parámetro autorregresivo de los shocks de oferta sólo para un grado bajo de indexación. Cuando el grado de indexación es alto, por el contrario, la persistencia de estas variables crece de manera lineal con la de los shocks de oferta. En términos de magnitudes, si el grado de indexación es relativamente bajo una mayor persistencia en los shocks de oferta no genera incrementos sustanciales en el coeficiente autorregresivo de la brecha del producto, esto respecto al *escenario sin persistencia inflacionaria* (como máximo el incremento será de alrededor de 0.1). Para la tasa de interés, en tanto, una mayor persistencia en los shocks sí genera incrementos importantes en su coeficiente autorregresivo (pasa de valores menores que 0.7 a valores superiores a 0.9), lo cual es consistente con el comportamiento de la persistencia en la inflación. Por otro lado, si el grado de indexación es alto el coeficiente autorregresivo de ambas variables tiende a ser alto aunque los shocks sean puramente transitorios (sobre 0.8 en ambos casos), por lo que un mayor coeficiente autorregresivo en los shocks de oferta sólo agrega persistencia en forma marginal. Cabe señalar que en el mejor escenario, es decir sin persistencia inflacionaria, se observa que tanto la brecha del producto como la tasa de interés tienen coeficientes autorregresivos relativamente altos (sobre 0.65), lo que se explica en la persistencia endógena asociada a los hábitos de consumo y a la preferencia por suavizar la tasa de interés por parte del Banco Central (nótese que los parámetros que gobiernan ambas se mantienen constantes en este ejercicio de simulación).

Por otro lado, en los paneles (b), (d) y (f) de la Figura 4 se presentan las desviaciones estándar de la tasa de inflación, la brecha del producto y la tasa de interés, respectivamente. Con un grado de indexación relativamente bajo, una mayor persistencia en los shocks de oferta no genera incrementos sustanciales en la volatilidad de las variables, aunque la

relación no lineal y convexa se mantiene para niveles muy altos de persistencia en los shocks. En el caso particular de la brecha del producto el efecto sobre la volatilidad parece ser nulo. En el otro extremo, cuando los shocks de oferta son puramente transitorios, incrementos en el componente indexatorio tampoco tienen efecto sobre la volatilidad de las variables. Cuando el grado de indexación es alto, en tanto, la desviación estándar de las variables se incrementa de manera importante (y no lineal en el margen) con la persistencia de los shocks de oferta, lo cual es particularmente notorio en el caso de la brecha del producto. Las magnitudes son similares a las reportadas en la sub-sección anterior. Cabe señalar que es particularmente curioso el hecho que las desviaciones estándar más grandes se observan con un valor de δ cercano a 0.5, el que pareciera ser un umbral a partir del cual, para valores menores, la persistencia de los shocks tiende a afectar de manera más notoria a la volatilidad de las series. Dado el valor estimado de dicho parámetro, $\delta = 0.68$, en el escenario base la economía no habría cruzado aún ese umbral.

En la Figura 5 reportamos el tiempo que demora la inflación en retornar a la meta (horizonte implícito) luego de un shock de oferta, esto para cada posible valor de los parámetros ρ_{AS} y δ . Como era de esperarse, las implicaciones sobre el horizonte implícito son similares a las halladas en el caso de la persistencia de la inflación. En particular, con un grado de indexación muy alto la inflación demorará mucho tiempo en retornar a la meta,¹⁵ lo cual es consistente con la alta inercia inflacionaria observada en la Figura 4 y es cierto sin importar si los shocks de oferta son poco o muy persistentes.¹⁶ Con un grado de indexación bajo, la relación no lineal y convexa entre la duración del desequilibrio y el parámetro autorregresivo de los shocks de oferta comentada en la sub-sección anterior es evidente. En este caso para shocks altamente persistentes dicha duración tiende a ser similar a aquella con shocks de oferta transitorios e inflación inercial.

La Tabla 4 resume el tipo de relación entre los momentos seleccionados y la persistencia de los shocks bajo distintos niveles de indexación (los casos extremos) y los efectos de dichos shocks en los cuatro posibles casos extremos: shocks de oferta altamente y poco persistentes y un grados altos y bajos de indexación.

¹⁵ En la figura se muestra un tope de 50 trimestres (150 meses), no obstante la duración podría ser mayor y dicho tope simplemente es el máximo de períodos definidos para el cálculo de las funciones impulso respuesta.

¹⁶ Note que en este caso también se observa el umbral mencionado en el caso del efecto sobre la volatilidad de las variables.

Tabla 4: *Cuantificación del Efecto de Shocks de Oferta Persistentes e Indexación*
(Casos Extremos)

	Persistencia(*)			Volatilidad(**)			Horizonte Implícito en Trim.
	π	y	r	π	y	r	(***)
Tipo de Relación con ρ_{AS}							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	Lineal	Convexa	Convexa	Convexa	-	Convexa	Convexa
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	-	Lineal	Lineal	Convexa	Convexa	Convexa	-
Persistencia Mínima de los shocks de oferta ($\rho_{AS} = 0$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	0.13	0.68	0.70	0.39	1.65	2.21	2 (6)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	0.98	0.80	0.86	2.39	2.08	3.31	50 o más (150 o más)
Persistencia Máxima de los shocks de oferta ($\rho_{AS} = 0.9$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	0.90	0.78	0.93	8.90	2.08	10.40	50 o más (150 o más)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	0.99	0.99	0.99	24.55	15.14	26.69	50 o más (150 o más)

(*) Corresponde al coeficiente autorregresivo de primer orden.

(**) Corresponde a la desviación estándar de la serie.

(***) Entre paréntesis el equivalente en meses.

Fuente: Cálculos propios.

3.4. Implicaciones Bajo Política Monetaria Óptima

En esta sub-sección analizamos el rol de la política monetaria bajo escenarios donde los shocks de oferta se tornan más persistentes y los agentes económicos buscan un mayor grado de indexación en sus precios y salarios en respuesta a los incrementos en la persistencia de los shocks. Suponemos que la respuesta del Banco Central puede ser distinta en función de sus preferencias (distintos tipos de Banco Central). Para cumplir con este objetivo seguimos a Giannoni y Woodford (2003) y suponemos que el Banco Central se comporta de manera óptima, es decir minimiza una función de pérdida (en este caso cuadrática) bajo compromiso sujeto a las restricciones que le impone el comportamiento de la economía.¹⁷ En particular, suponemos que la autoridad monetaria resuelve el siguiente problema:

¹⁷ Es importante señalar que al especificar completamente el problema del Banco Central podemos prescindir de la función de reacción estimada (ecuación 3). El costo de esto, sin embargo, es que se restringe la acción

$$\min_{r_t} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\pi_t^2 + \alpha_y y_t^2) \quad (7)$$

Sujeto a:

$$y_t = \mu E_t y_{t+1} + (1 - \mu) y_{t-1} - \phi(r_t - E_t \pi_{t+1}) + \varepsilon_t^{IS} \quad (8)$$

$$\pi_t = \delta E_t \pi_{t+1} + (1 - \delta) \pi_{t-1} + \lambda y_t + \varepsilon_t^{AS} \quad (9)$$

$$\varepsilon_t^{IS} = \rho_{IS} \varepsilon_{t-1}^{IS} + v_t^{IS} \quad (10)$$

$$\varepsilon_t^{AS} = \rho_{AS} \varepsilon_{t-1}^{AS} + v_t^{AS} \quad (11)$$

El modelo especificado en las ecuaciones (7) a (11) fue resuelto usando el algoritmo de Blanchard y Kahn (1980) y se simuló el comportamiento de las variables para 2000 períodos.¹⁸ La solución del modelo se obtuvo para cada posible valor de los parámetros ρ_{AS} y δ ,¹⁹ y se usó los valores promedio estimados presentados en la Tabla 1 para los demás parámetros de la curva IS, de la curva de Phillips y de los procesos $AR(1)$ de los shocks de demanda y de oferta. Respecto de los parámetros de la función de pérdida del Banco Central, éstos definirán el tipo de Banco Central. En particular, y tomando la idea de Ball (1995), el Banco Central puede catalogarse como duro o suave respecto a la inflación según el peso que le de éste al producto en su función de pérdida, esto es según el valor del parámetro α_y .²⁰ Un Banco Central duro únicamente pondera a la inflación en su función de pérdida, es decir $\alpha_y = 0$ en la ecuación (7), lo cual implica que ante cualquier desvío de la inflación respecto de su meta éste reaccionará agresivamente para cerrar dicha brecha en un período. Un Banco Central suave, en tanto, buscará minimizar tanto la variabilidad de la inflación como la del producto, así $\alpha_y > 0$. Si bien este último caso establece que el Banco Central le da ponderación positiva a la brecha del producto en su función de pérdida, no está claro cuán importante es esta variable. Por ello definimos tres tipos de Banco Central anidados entre los suaves: i) aquellos para los cuales los desvíos de la inflación son más importantes que la brecha del producto ($\alpha_y = 0.5$); ii) aquellos que dan la misma

del Banco Central a respuestas únicamente a cambios en las condiciones económicas y no existe la posibilidad de cambios aleatorios de política.

¹⁸ El modelo al cuál se aplica la metodología de Blanchard y Kahn (1980) consta de las ecuaciones (8) a (11) más la condición de primer orden de la minimización de la función de pérdida.

¹⁹ En este ejercicio nuevamente restringimos los valores de los parámetros ρ_{AS} y δ a los intervalos $[0,1)$ y $[0,1,0,9]$, respectivamente.

²⁰ Estos términos vienen del inglés “inflation hawk” e “inflation dove”, respectivamente (Lengwiler y Orphanides, 1999).

ponderación tanto a los desvíos de la inflación como a la brecha del producto ($\alpha_y = 1$); y finalmente, iii) aquellos para los cuales los desvíos de la inflación son menos importantes que la brecha del producto ($\alpha_y = 1.5$). Para la tasa de descuento subjetiva (β) se fijó un valor de 0.99 como es usual en la literatura.

En la Figura 6 presentamos el coeficiente autorregresivo (panel a) y la desviación estándar (panel b) de la tasa de inflación calculados a partir de las series simuladas para cada posible valor de ρ_{AS} y δ y para los cuatro tipos de Bancos Centrales descritos antes. Como era de esperarse, las diferencias fundamentales en el comportamiento de la persistencia de la inflación se dan entre los resultados obtenidos con un Banco Central duro y uno suave. Entre los tres tipos de Bancos Centrales suaves dichas diferencias son sólo marginales. En particular, bajo una autoridad monetaria que únicamente pondera a la inflación en su función de pérdida, la persistencia de la inflación fluctúa alrededor de cero, esto sin importar que los shocks de oferta se tornen más persistentes o que el grado de indexación tienda a aumentar. No obstante, es notorio que a medida que los shocks de oferta son más persistentes la persistencia en la inflación se torna más volátil. En efecto, mientras que para valores bajos de ρ_{AS} el coeficiente autorregresivo de la inflación fluctúa en torno a valores muy cercanos a cero (-0.1 y 0.1), para valores altos de dicho parámetro la fluctuación supera el rango -0.5 y 0.5. Por su parte, para un Banco Central suave, el comportamiento de la persistencia es muy similar, en forma y en magnitudes, al observado en la sub-sección anterior bajo la regla de política estimada para el Banco Central de Chile. Estos resultados nos llevan a inferir que las implicaciones encontradas antes sobre la persistencia de la inflación son válidas únicamente cuando del Banco Central le da alguna ponderación positiva a la brecha del producto en su función de pérdida como pareciera ser el caso de la economía chilena.

La desviación estándar de la inflación, bajo un Banco Central duro, es volátil y alcanza valores mayores cuando el coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta aumenta. Cuando los shocks de oferta son netamente transitorios, en tanto, la desviación estándar es prácticamente nula. El grado de indexación sólo pareciera jugar un rol si los shocks de oferta se tornan persistentes, aunque no es tan notoria su relevancia. Es importante mencionar, sin embargo, que en cualquier caso la desviación estándar de la inflación toma valores que son sólo marginalmente distintos de cero, lo cual se explica por el hecho que

justamente es la variabilidad de la inflación la que el Banco Central intenta minimizar. Por otro lado, y al igual que en el caso de la persistencia de la inflación, cuando el Banco Central es suave, la desviación estándar de la inflación se comporta de manera similar a lo hallado en la sub-sección anterior.

En particular, es notoria la relación no lineal y convexa entre la desviación estándar de la inflación y el coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta. Adicionalmente, el rol del grado de indexación es relevante en exacerbar el efecto sobre la desviación estándar, ya que ésta es sustancialmente mayor cuando el grado de indexación es alto y los shocks de oferta son muy persistentes. Finalmente, mientras mayor sea la ponderación que el Banco Central le da a la brecha del producto en su función objetivo mayores serán los valores máximos que alcanza la desviación estándar de la inflación cuando los shocks son altamente persistentes. Esto es así debido a que en la disyuntiva entre la volatilidad de la brecha del producto y la de la inflación impuesta por la estructura de la economía, el Banco Central tenderá a inclinarse más hacia la minimización de la primera a medida que a_y aumenta.

La volatilidad y la persistencia de la brecha del producto resultante de las simulaciones se presentan en la Figura 7 paneles (a) y (b), respectivamente. Nótese que con un Banco Central duro la persistencia de la brecha del producto crece de manera lineal con la persistencia de los shocks de oferta. Lo anterior se explica en que ante shocks más persistentes, un Banco Central de este tipo reaccionará agresivamente incrementado la tasa de interés para eliminar la brecha entre la inflación y su meta en un período y , por tanto, mientras más alta sea la tasa de interés (como desvío respecto a su valor natural) el producto se mantendrá persistentemente debajo de su nivel potencial. Por otro lado, en este caso el grado de indexación no pareciera ser un factor de importancia. Cuando el Banco Central es suave, en tanto, los resultados son un tanto curiosos y distintos a los encontrados en la sub-sección anterior. En particular, la brecha del producto es altamente persistente para cualquier valor de los parámetros ρ_{AS} y δ (su coeficiente autorregresivo supera 0.9 en cualquier caso). Más aún, mientras mayor es la ponderación que el Banco Central le da a la brecha del producto en su función de pérdida menos relevantes se tornan estos parámetros (note que la figura tiende a aplanarse en valores cercanos a 1).

Bajo un Banco Central duro existe una relación no lineal y convexa entre la desviación estándar de la brecha del producto y la persistencia de los shocks de oferta. Más aún, es notorio que la brecha del producto es altamente volátil en este caso y que el grado de indexación no parece tener un rol relevante. Estos resultados tienen directa relación con lo comentado antes respecto del comportamiento del Banco Central ante shocks más persistentes. Por su parte, cuando el Banco Central se cataloga como suave, una mayor persistencia y un mayor grado de indexación llevan a una escalada importante en la desviación estándar de la brecha del producto y nuevamente se nota la posible existencia de un valor umbral en el parámetro δ . En términos de magnitudes, y como era de esperarse, mientras mayor sea la ponderación que le de el Banco Central a la brecha del producto, menores serán los valores máximos a los que alcanza su desviación estándar cuando los shocks de oferta se tornan muy persistentes, lo cual se debe a que en este caso la autoridad monetaria tratará de minimizar también la varianza de esta variable.

La Figura 8 (paneles a y b) presenta ambos momentos para la tasa de interés. Nótese que con un Banco Central duro la persistencia de la tasa de interés toma valores negativos si los shocks de oferta son transitorios y valores positivos en caso contrario, lo cual se debe a que en presencia de shocks transitorios el Banco Central podría incrementar y disminuir la tasa de interés para asegurar que la inflación se mantenga en la meta cuando el shock se haya disipado, en tanto que cuando los shocks se tornan más persistentes la autoridad monetaria mantendría alta la tasa de interés (con algún grado de persistencia) para cumplir dicho objetivo. No obstante, los valores dentro los cuales fluctúa la persistencia de esta variable son relativamente bajos, entre -0.5 y 0.5. Al igual que antes, el grado de indexación no parece ser un factor preponderante. Por otro lado, en el caso en que la brecha del producto sea importante para el Banco Central, es evidente que la persistencia de la tasa de interés tiende a aumentar a medida que los shocks de oferta se tornan más persistentes y el grado de indexación se profundiza, hecho que se debe a que la respuesta del Banco Central a una inflación inercial será más agresiva. Un elemento importante de señalar es que si bien la combinación entre shocks persistentes y un mayor grado de indexación incrementan la persistencia de la tasa de interés, este hecho no ocurre cuando estos eventos ocurren por separado. Cuando los shocks son netamente transitorios y el grado de indexación es bajo (*escenario sin persistencia inflacionaria*), en tanto, la persistencia de esta variable tiende a

ser menor en la medida que la autoridad monetaria le da mayor peso a la brecha del producto, lo cual se debe a que la respuesta del Banco Central a desvíos de la inflación en este caso será menos agresiva.

Por su parte, la desviación estándar de la tasa de interés alcanza valores bastante altos, para cualquier valor de los parámetros ρ_{AS} y δ , cuando el Banco Central es duro. Esto es consecuencia directa de las preferencias de la autoridad monetaria, ya que ésta moverá la tasa de interés agresivamente para asegurar que en todo momento la inflación sea igual a la meta. Cuando el Banco Central es suave, en tanto, las implicaciones de la persistencia de los shocks y del grado de indexación sobre el comportamiento de la desviación estándar es muy similar a lo hallado para el caso de la tasa de inflación (función convexa con la presencia de valores umbrales para el parámetro δ), y sólo se diferencia en magnitud para los distintos valores de α_y . En particular, los valores máximos que puede alcanzar la desviación estándar cuando los shocks se tornan muy persistente decrece a medida que el Banco Central le da mayor ponderación a la brecha del producto, lo cual es consistente con la menor agresividad en la respuesta a shocks más persistentes.

El tiempo que demora la inflación en retorna a la meta luego de un shock de oferta se presenta en la Figura 9. Como se observa, con un Banco Central duro la inflación retorna a su meta inmediatamente luego de ocurrido un shock, y por tanto el horizonte implícito es nulo para cualquier grado de persistencia en los shocks y de indexación. En el caso en que $\alpha_y > 0$ se observa que con un grado de indexación muy alto la inflación demorará mucho tiempo en retornar a la meta (150 meses o más), lo cual es notorio sin importar si los shocks de oferta son poco o muy persistentes. Si el grado de indexación fuera bajo el parámetro autorregresivo de los shocks de oferta juega un rol importante en incrementar el horizonte implícito (hasta un máximo de 60 meses). Nótese que en este caso la relación no lineal y convexa nuevamente es evidente. En términos de magnitudes, las diferencias entre las simulaciones bajo las distintas ponderaciones (positivas) que le da la autoridad monetaria a la brecha del producto son sólo marginales.

La Tabla 5 presenta un resumen de la cuantificación de los efectos de shocks de oferta persistentes y de distintos grados de indexación sobre los momentos de las series, esto bajo un Banco Central duro y uno suave. Cabe señalar que sólo se presentan los resultados para

los casos extremos de los parámetros ρ_{AS} y δ y en el caso de un Banco Central suave se presentan los intervalos (si corresponde) asociados a los tres tipos anidados en este.

Tabla 5: *Cuantificación del Efecto de Shocks de Oferta Persistentes e Indexación bajo Distintos tipos de Banco Central (Casos Extremos)*

	Persistencia(*)			Volatilidad(**)			Horizonte Implícito en Trim.
	π	y	r	π	y	r	(***)
<i>Banco Central duro respecto a la inflación (inflation hawk central bank)</i>							
Tipo de Relación con ρ_{AS}							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	-	Lineal	Cóncava	Convexa	Convexa	Lineal	-
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	-	Lineal	Cóncava	Convexa	Convexa	Lineal	-
Persistencia Mínima de los shocks de oferta ($\rho_{AS}=0$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	0	0.02	-0.22	0	31.6	1625	0 (0)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	0	0.01	-0.22	0	31.6	1625	0 (0)
Persistencia Máxima de los shocks de oferta ($\rho_{AS}=0.9$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	-0.42	0.88	0.16	0	67.07	535.07	0 (0)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	+0.48	0.88	0.16	0	67.07	535.07	0 (0)
<i>Banco Central suave respecto a la inflación (inflation dove central bank)</i>							
Tipo de Relación con ρ_{AS}							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	Lineal	Lineal	-	Convexa	Convexa	-	Convexa
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	-	-	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	-
Persistencia Mínima de los shocks de oferta ($\rho_{AS}=0$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	0.12	0.97-0.99	0.45	0.38	0.02-0.04	25	2 (6)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	0.98	0.97-0.99	0.45	1.7 - 2.5	1.3 - 1.9	25	50 o más (150 o más)
Persistencia Máxima de los shocks de oferta ($\rho_{AS}=0.9$)							
Baja Indexación ($\delta=0.9$)	0.90	0.99	0.47	7.2 - 8.1	2.1 - 3.8	25 - 26	17 - 19 (51 - 57)
Alta Indexación ($\delta=0.1$)	0.99	0.99	0.4 - 0.6	15 - 25	15 - 20	40 - 43	50 o más (150 o más)

(*) Corresponde al coeficiente autorregresivo de primer orden.

(**) Corresponde a la desviación estándar de la serie.

(***) Entre paréntesis el equivalente en meses.

Fuente: Cálculos propios.

4. Comentarios Finales

Usando un modelo neo-keynesiano simple para una economía cerrada, analizamos y cuantificamos las implicaciones de shocks de oferta persistentes para la economía chilena. En el análisis centramos nuestra atención en las implicaciones sobre la persistencia y la volatilidad de la tasa de inflación, la brecha del producto y la tasa de interés y sobre la duración del desequilibrio para el caso de la inflación, una vez ocurrido un shock de oferta (horizonte implícito). Es importante destacar que en este artículo analizamos solamente las implicaciones de la persistencia de los shocks de oferta y dejamos de lado la incertidumbre existente en dicha persistencia. Como lo demuestran Morandé y Tejada (2007), las principales fuentes de incertidumbre en la economía chilena están asociadas justamente a los shocks y no así a los parámetros del modelo, por lo que el análisis de la incertidumbre en la persistencia de este tipo de shocks puede ser un tema interesante de investigación futura.

Al simular el modelo para cada posible valor del coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta, encontramos que shocks de oferta más persistentes llevan a una mayor persistencia y una mayor volatilidad en las principales variables macroeconómicas. Más aún, mientras mayor sea el coeficiente autorregresivo de los shocks de oferta mayor será el efecto ante cambios marginales en éste (la relación es no lineal y en particular convexa). Al agregarse una fuente adicional de persistencia, como lo es el grado de indexación, el impacto de la persistencia en los shocks de oferta se ve exacerbado. Al parecer existe un valor umbral para el grado de indexación, a partir del cual sus efectos se acentúan, el mismo que la economía chilena no habría pasado. Finalmente, encontramos que bajo un bajo Banco Central que sólo pondera la tasa de inflación en su función de pérdida, la persistencia y volatilidad de esta variable tienden a cero sin importar si los shocks de oferta se tornan más persistentes o si el grado de indexación aumenta, con lo cual cualquier desvío de la meta es corregido inmediatamente. Los costos claramente son más persistencia y volatilidad en la brecha del producto y la tasa de interés. Cuando el Banco Central le da importancia a la brecha del producto, las implicaciones de shocks de oferta más persistentes son consistentes con las halladas utilizando la regla de política estimada para la Banco Central de Chile. Lo anterior indica que actualmente el Banco Central tendería a ser uno de tipo suave.

En términos cuantitativos, después de un shock de oferta, y según cuán persistente sea éste, la inflación podría incrementarse hasta un máximo de entre 0.5 y algo más de 7 puntos porcentuales. Así, shocks netamente transitorios incrementarían la inflación pero ésta se mantendrá dentro del rango meta del Banco Central. Shocks muy persistentes, en tanto, pueden llevar a la tasa de inflación muy lejos del rango (en el extremo la inflación supera 10 %). La reacción del Banco Central generaría un incremento en la tasa de interés hasta un máximo de 100 puntos base sobre su nivel neutral cuando los shocks de oferta son poco persistentes y sobre 800 puntos base en el caso extremo con shocks altamente persistentes. Ante el comportamiento de la tasa de interés, los efectos máximos sobre el nivel de producto en estos casos extremos varían entre desvíos muy pequeños (o casi imperceptibles) respecto del producto potencial hasta desvíos superiores a 1%. El tiempo que demora la inflación en retornar a la meta es a lo más 30 meses con shocks de oferta poco persistentes, lo cual es razonablemente consistente con el horizonte de política definido por el Banco Central (12 a 24 meses). Cuando los shocks de oferta se tornan muy persistentes, la duración del desequilibrio podría alcanzar niveles que distan por mucho de dicho horizonte. Finalmente, estas magnitudes tienden a exacerbarse bajo un grado de indexación mayor y son sólo válidas si el Banco Central pondera de manera positiva a la brecha del producto en su función de pérdida.

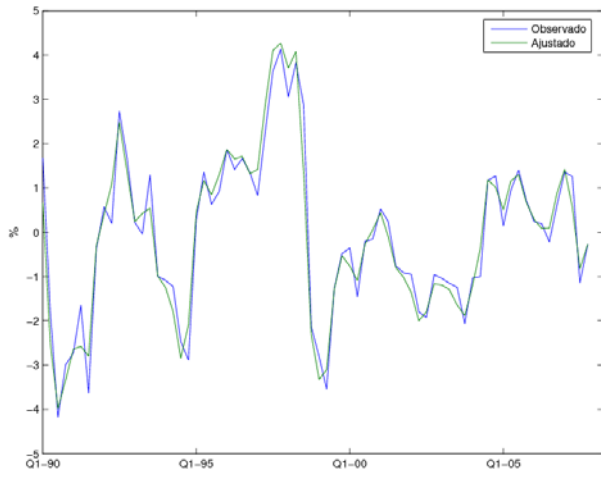
Referencias

- [1] An, Sungbae y Frank Schorfheide (2007), “Bayesian analysis of DSGE models.” *Econometric Reviews*, 26, 113–172.
- [2] Ball, Laurence (1995), “Time-consistent policy and persistent changes in inflation.” *Journal of Monetary Economics*, 36, 329–350.
- [3] Blanchard, Olivier y Charles Khan (1980), “The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations.” *Econometrica*, 48, 1305-1311.
- [4] Calvo, Guillermo (1983), “Staggered prices in a utility maximization framework.” *Journal of Monetary Economics*, 12, 383–98.
- [5] Caputo, Rodrigo, Felipe Liendo, y Juan Pablo Medina (2006), “New keynesian models for Chile in the inflation target period: A structural investigation.” *Central Bank of Chile Working Papers*, 402, 1–39.
- [6] Cho, Seonghoon y Antonio Moreno (2006), “A small-sample study of the new-keynesian macro model.” *Journal Money, Credit and Banking*, 38, 1461–81.
- [7] Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum, y Charles L. Evans (2005), “Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy.” *Journal of Political Economy*, 113, 1–45.
- [8] Clarida, Richard H., Jordi Galí, y Mark Gertler (1999), “The science of monetary policy: A new keynesian perspective.” *Journal of Economic Literature*, 37, 1661–707.
- [9] Clarida, Richard H., Jordi Galí, y Mark Gertler (2000), “Monetary policy rules and macroeconomic stability: Evidence and some theory.” *Quarterly Journal of Economics*, 115, 147–80.
- [10] Corbo, Vittorio (2002), “Monetary policy in Latin America in the 90s.” En *Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms* (Norman Loayza y Klaus Schmidt-Hebbel, eds.), 117–165, Central Bank of Chile.
- [11] Céspedes, Luis y Claudio Soto (2007), “Credibility and inflation targeting in Chile.” En *Monetary Policy Under Inflation Targeting* (Frederic Mishkin y Klaus Schmidt-Hebbel, eds.), 547–578, Central Bank of Chile.

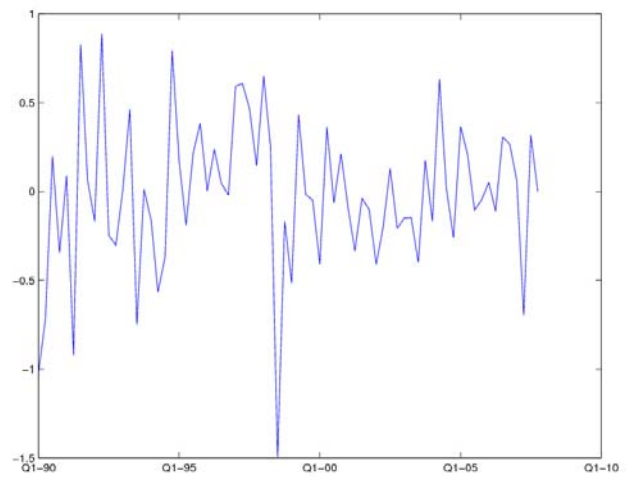
- [12] Céspedes, Luis F., Marcelo Ochoa, y Claudio Soto (2005), “The new keynesian phillips curve in an emerging market economy: The case of Chile.” *Central Bank of Chile Working Papers*, 355, 1–33.
- [13] Da Silveira, Marcos (2007), “Using a bayesian approach to estimate and compare new Keynesian DSGE models for the brazilian economy: the role for endogenous persistence.” *Mimeo*, 1–21.
- [14] Davig, Troy y Eric M. Leeper (2007), “Generalizing the Taylor principle.” *American Economic Review*, 97, 607–635.
- [15] De Gregorio, José (2007), “Defining inflation targets, the policy horizon and the output inflation tradeoff.” *Central Bank of Chile Working Papers*, 415, 1–39.
- [16] Del Negro, Marco y Frank Schorfheide (2008), “Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities).” *NBER working papers*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [17] Fernández-Villaverde, Jesús y Juan F. Rubio (2004), “Comparing dynamic equilibrium economies to data: A bayesian approach.” *Journal of Econometrics*, 123, 153–187.
- [18] Fuhrer, Jeffrey C. y George Moore (1995), “Inflation persistence.” *Quarterly Journal of Economics*, 440, 127–59.
- [19] Galí, Jordi y Mark Gertler (1999), “Inflation dynamics: A structural econometric analysis.” *Journal of Monetary Economics*, 44, 195–222.
- [20] Galí, Jordi, Mark Gertler, y J. David López-Salido (2005), “Robustness of the estimates of the hybrid new-keynesian phillips curve.” *Journal of Monetary Economics*, 52, 1107–1118.
- [21] Geweke, John (1999a), “Computational experiments and reality.” *Computing in economics and finance 1999*, Society for Computational Economics.
- [22] Geweke, John (1999b), “Using simulation methods for bayesian econometric models.” *Computing in economics and finance 1999*, Society for Computational Economics.
- [23] Giannoni, Marc y Michael Woodford (2003), “Optimal interest-rate rules: I. general theory.” *NBER working papers*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [24] Ireland, Peter N. (1999), “A method for taking models to the data.” *Mimeo*, 1–21.

- [25] Kydland, Finn y Edward Prescott (1982), “Time to build and aggregate fluctuations.” *Econometrica*, 50, 1345–70.
- [26] Lengwiler, Yvan y Athanasios Orphanides (1999), “Optimal Discretion.” *Mimeo*, 1–35.
- [27] Lindé, Jesper (2005), “Estimating new-keynesian phillips curves: A full information maximum likelihood approach.” *Journal of Monetary Economics*, 52, 1135–1149.
- [28] Morandé, Felipe. y Mauricio Tejada (2007), “Sources of uncertainty for conducting monetary policy in chile.” *Mimeo*, 1–47.
- [29] Rotemberg, Julio J. y Michael Woodford (1998), “An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy: Expanded version.” *NBER technical working papers*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [30] Schorfheide, Frank (2000), “Loss function-based evaluation of DSGE models.” *Journal of Applied Econometrics*, 15, 645–670.
- [31] Smets, Frank y Raf Wouters (2003), “An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area.” *Journal of the European Economic Association*, 1, 1123–1175.
- [32] Svensson, Lars E O (1999), “Inflation targeting as a monetary policy rule.” *Journal of Monetary Economics*, 43, 607–54.
- [33] Woodford, Michael (2003), *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press.

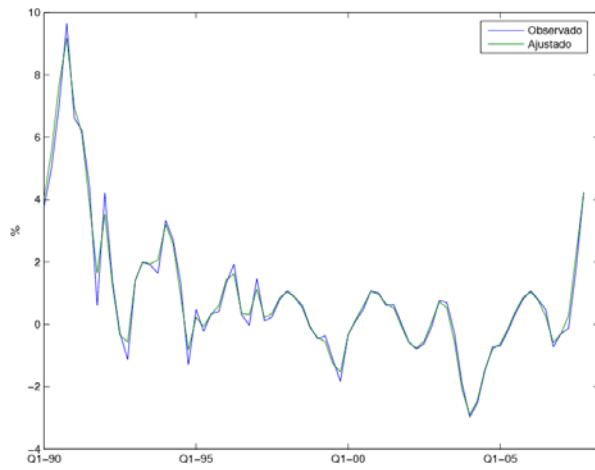
Figura 1: *Series Observadas y Ajustadas y Errores de Estimación*



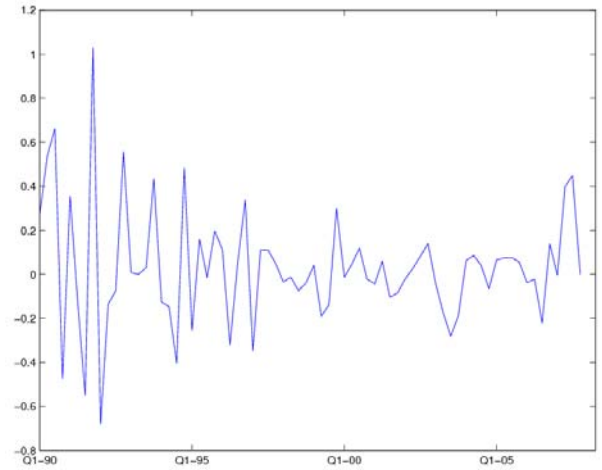
(a) *Brecha del Producto*



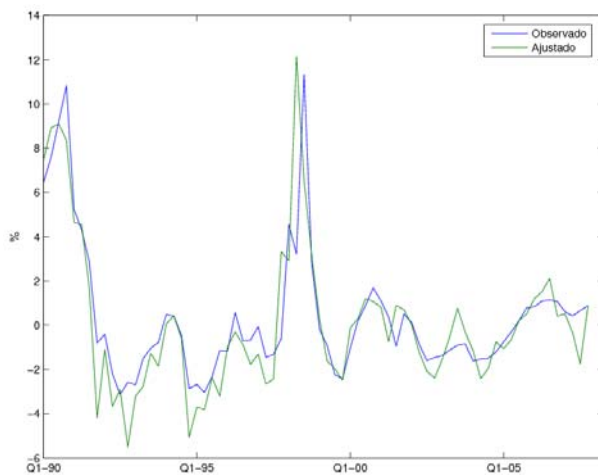
(b) *Shocks IS*



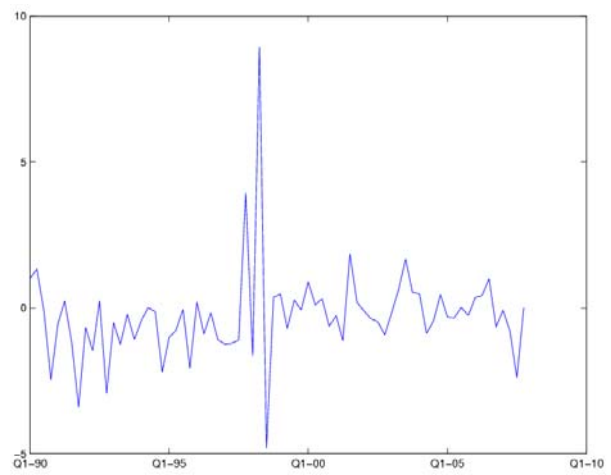
(c) *Inflación*



(d) *Shocks AS*



(e) *Tasa de Interés*



(f) *Shocks MP*

Figura 2: *Funciones Impulso Respuesta del Modelo Base*

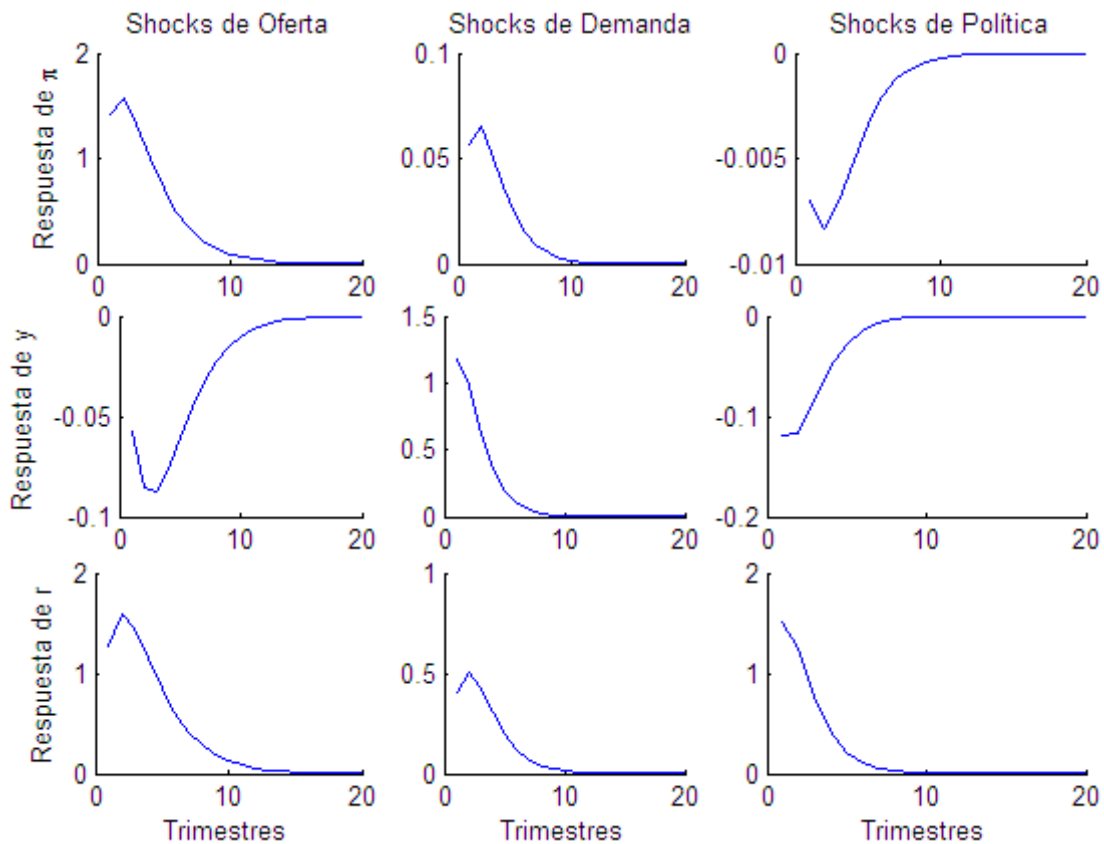
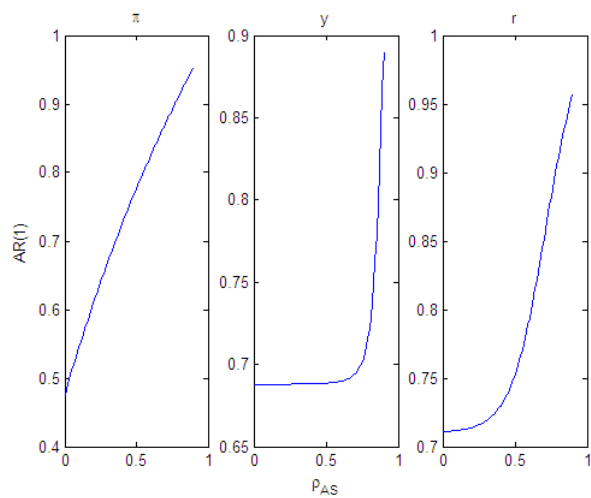
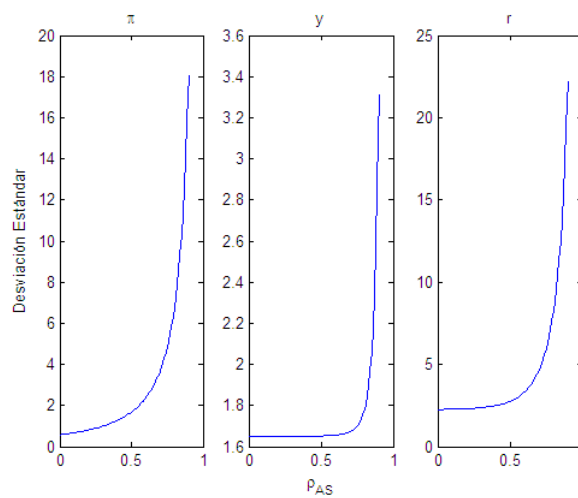


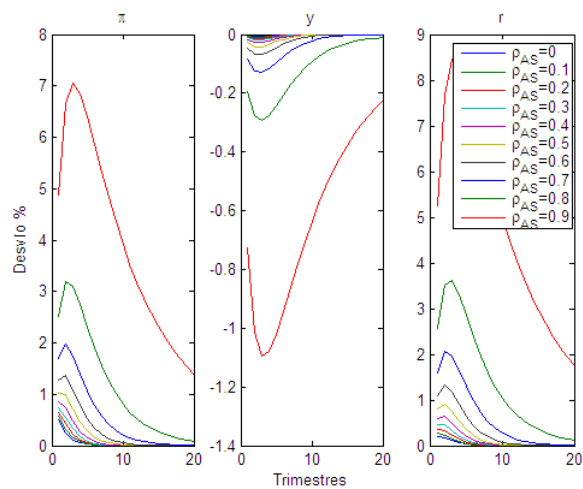
Figura 3: Simulaciones bajo Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS})



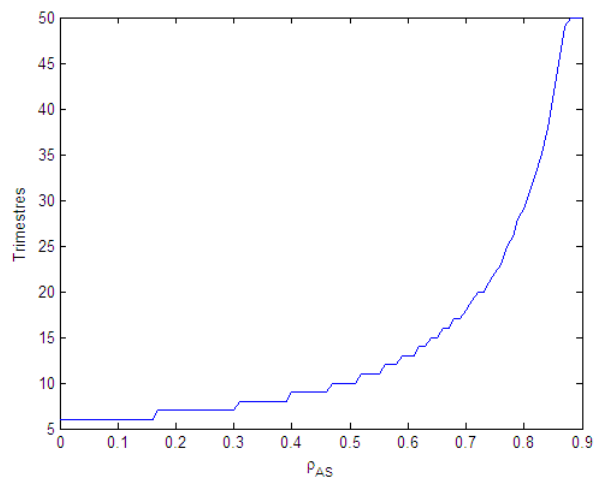
(a) Persistencia



(b) Volatilidad

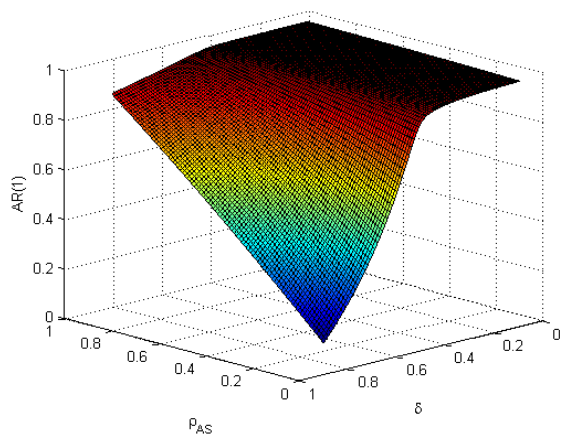


(c) Funciones Impulso Respuesta

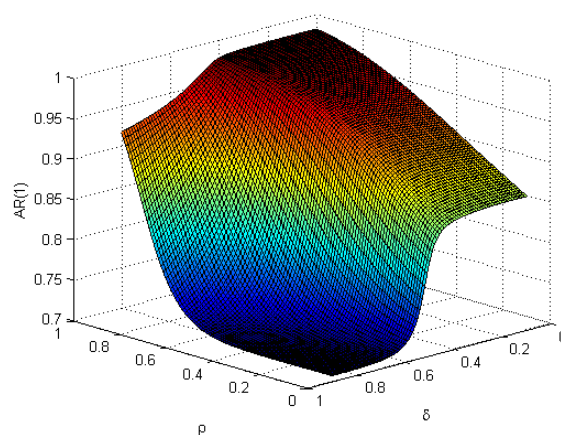


(d) Horizonte Implícito

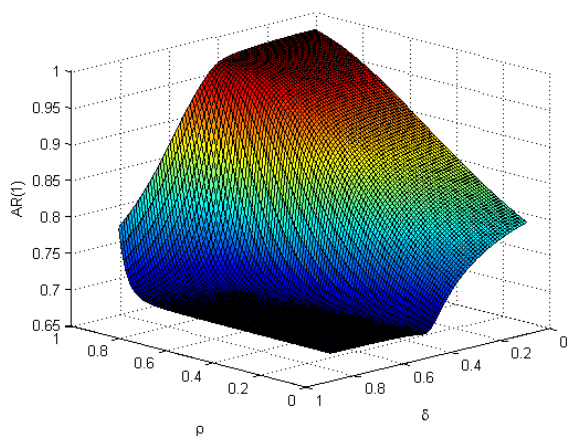
Figura 4: Simulaciones bajo Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)



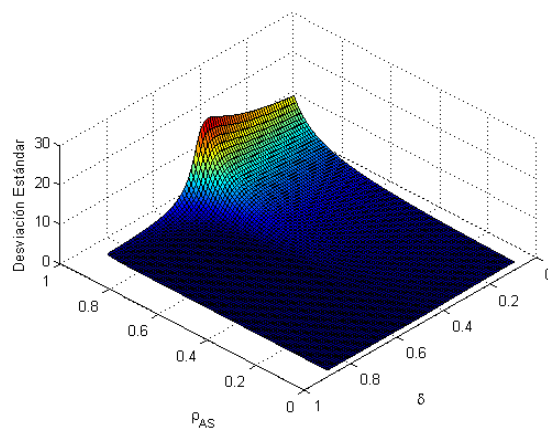
(a) Persistencia de la Inflación



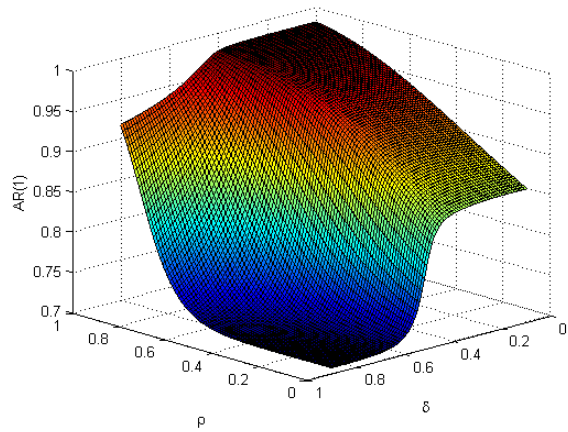
(b) Volatilidad de la Inflación



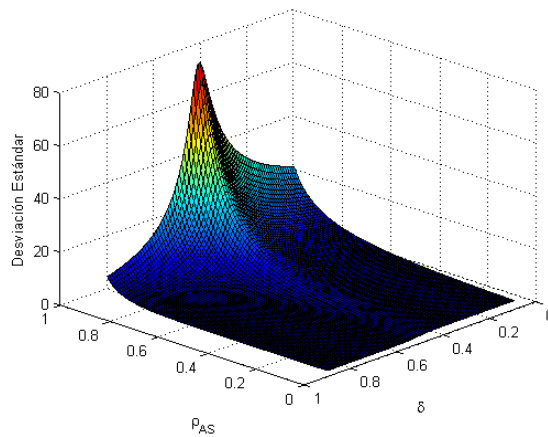
(c) Persistencia de la Brecha del Producto



(d) Volatilidad de la Brecha del Producto



(e) Persistencia de la Tasa de Interés



(f) Volatilidad de la Tasa de Interés

Figura 5: *Horizonte Implícito bajo Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)*

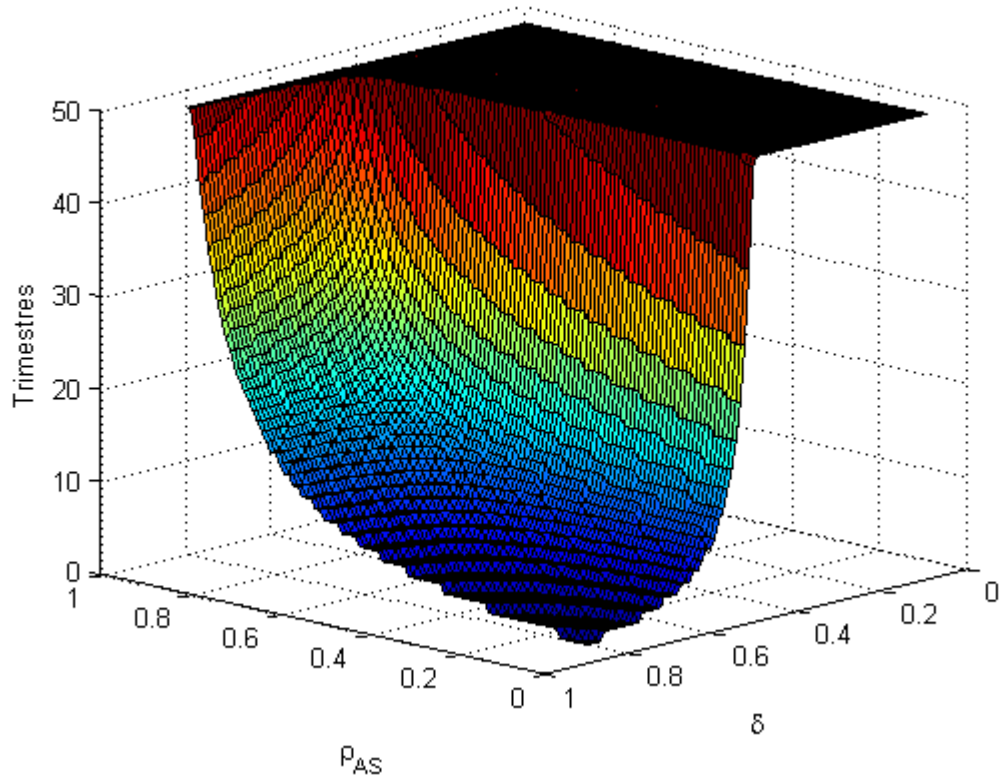
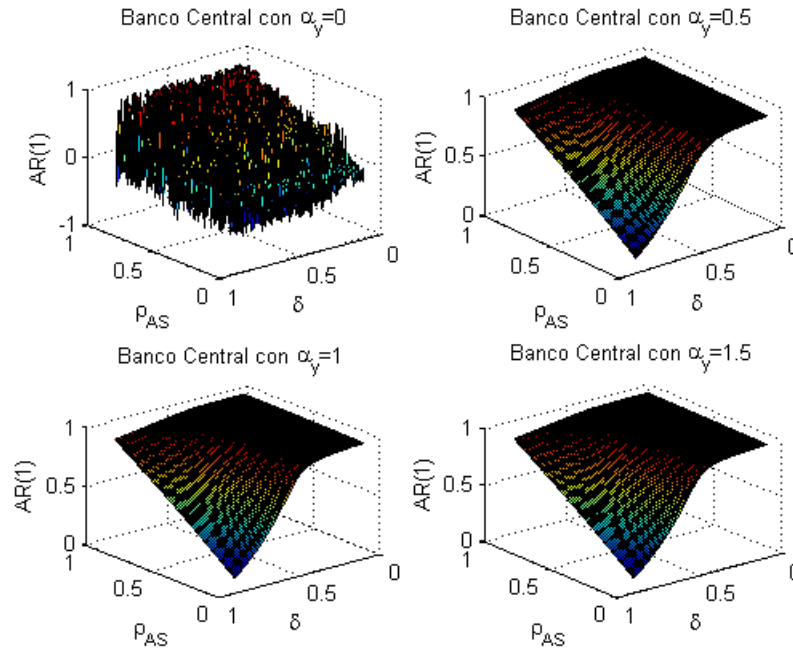
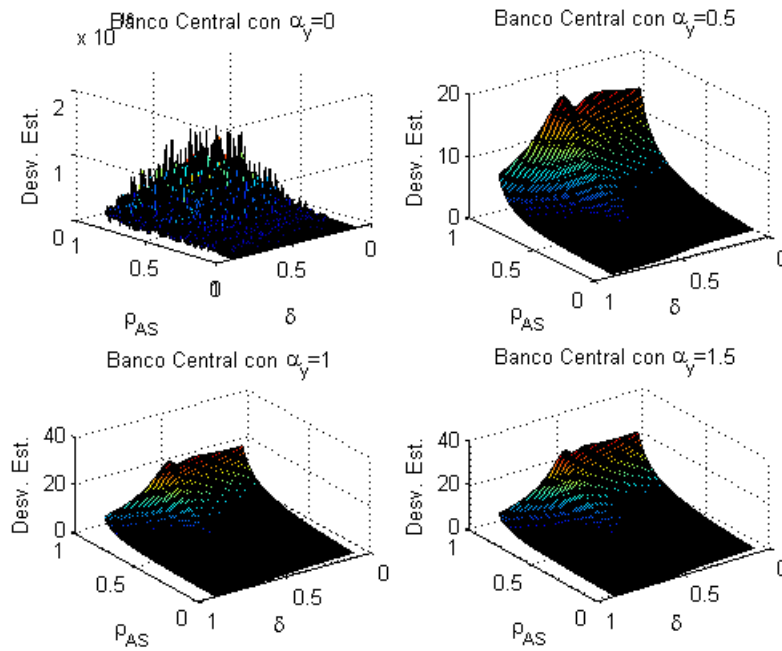


Figura 6: *Persistencia y Volatilidad de la Inflación bajo Política Monetaria Óptima y Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)*

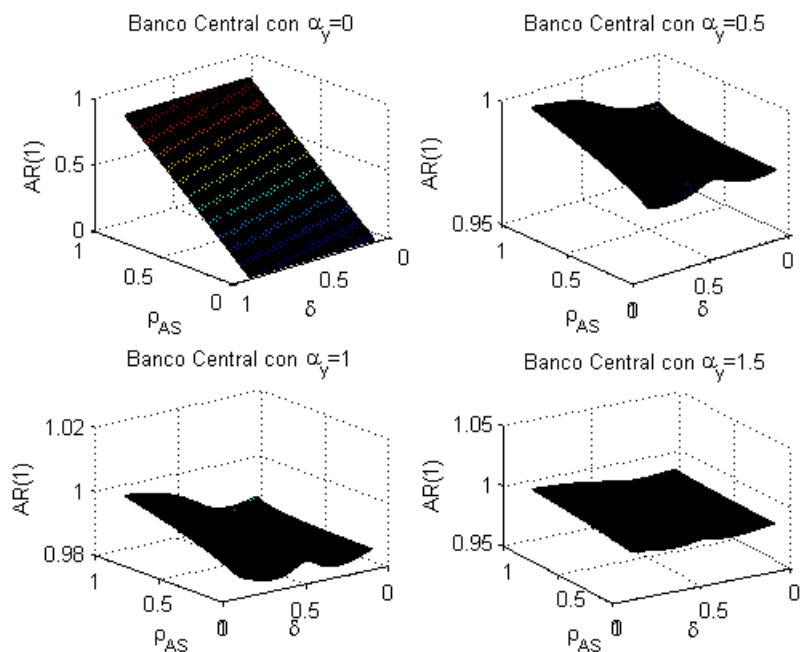


(a) *Persistencia*

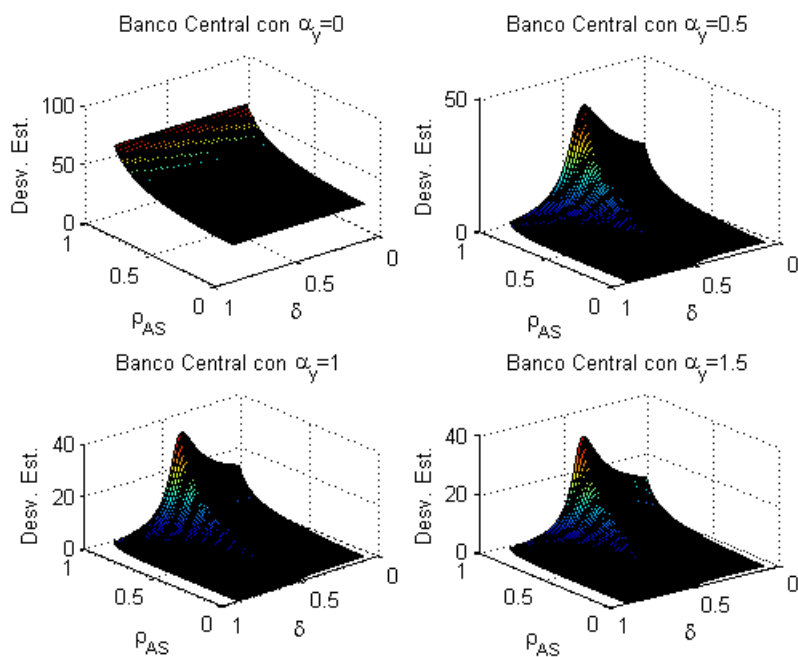


(b) *Volatilidad*

Figura 7: *Persistencia y Volatilidad de la Brecha del Producto bajo Política Monetaria Óptima y Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)*

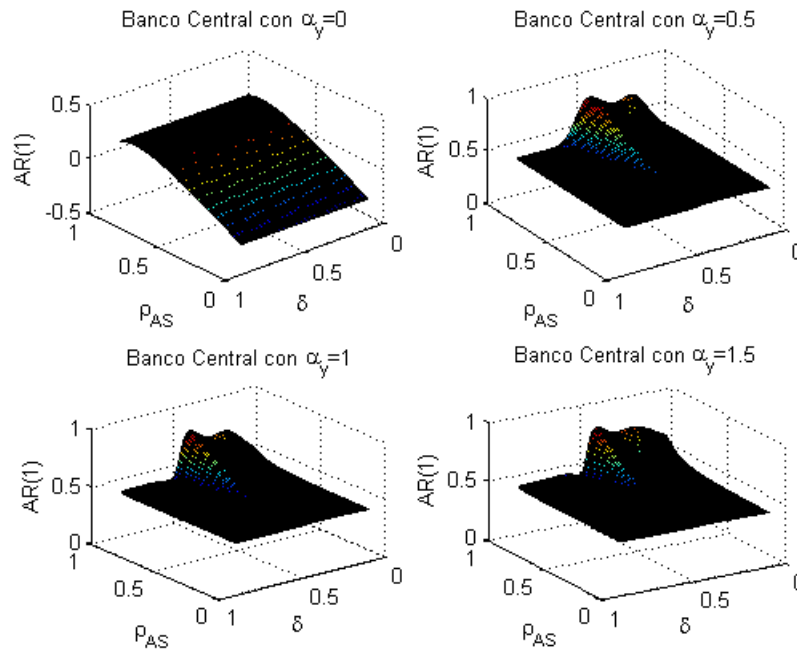


(a) *Persistencia*

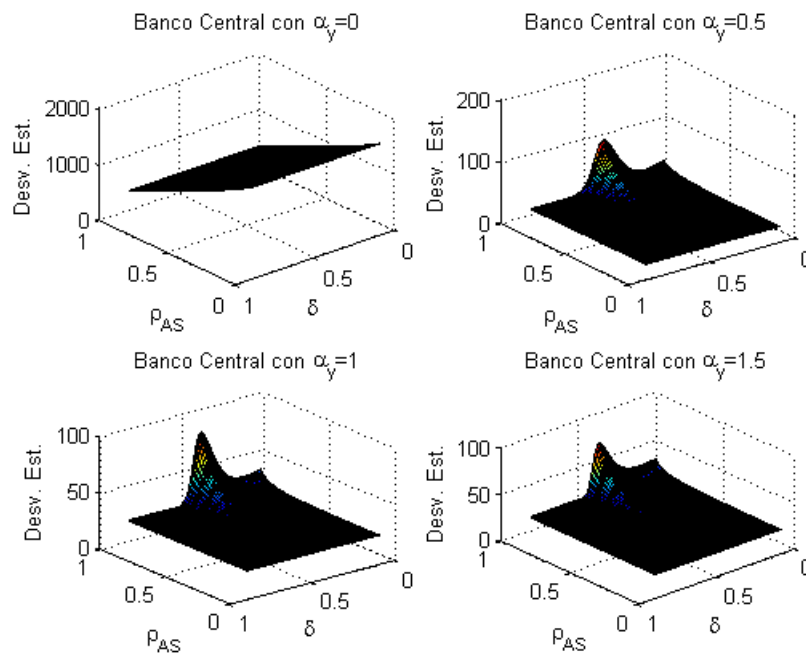


(b) *Volatilidad*

Figura 8: *Persistencia y Volatilidad de la Tasa de Interés bajo Política Monetaria Óptima y Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)*



(a) *Persistencia*



(b) *Volatilidad*

Figura 9: Horizonte Implícito bajo Política Monetaria Óptima y Distintos Valores del Parámetro de Persistencia de los Shocks de Oferta (ρ_{AS}) y del Parámetro de Indexación (δ)

