



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Trade Off de Política Monetaria: La Política Monetaria y el Ciclo Económico en Colombia 1995 - 2010

Carolina Moreno Suárez

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Bogotá D.C, Colombia
2011**

Trade Off de Política Monetaria: La Política Monetaria y el Ciclo Económico en Colombia 1995-2010

Carolina Moreno Suárez

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en
Ciencias Económicas**

Director:

Profesor Gustavo Adolfo Junca

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Bogotá D.C, Colombia
2011**

**A mi mamá, mi abuela, mis hermanos y mi esposo
por su paciencia, apoyo y por todo el tiempo
que me cedieron para lograr este sueño.
A mi profe Junca por su tiempo y
conocimiento.**

Resumen

Para el caso de la economía colombiana, en donde la política monetaria se enmarca en el esquema de inflación objetivo y por tanto el ancla nominal es la meta de inflación, el margen de maniobra de la autoridad monetaria se ve restringido cuando diversos choques o factores perturban el curso normal de las variables económicas, generan efectos sobre la inflación e impactan la actividad económica real. En esta investigación se examina, a través de la calibración de un modelo DSGE, el margen de maniobra que posee la autoridad monetaria en Colombia y los *trade off* que surgen en la toma de decisiones de política cuando las fases del ciclo económico son apalancadas por choques exógenos. Se concluye que la política monetaria en Colombia, en un escenario de economía cerrada, se comporta de manera óptima tanto por tener como ancla nominal la meta de inflación como por saber distinguir la naturaleza de los choques al producto y acomodar perfectamente los choques de oferta, pero contrarrestar los choques de demanda.

Palabras Clave: Política Monetaria, Inflación Objetivo, *Trade Off*, DSGE.

Abstract

In the case of the Colombian economy, where monetary policy is part of the inflation target and thus the nominal anchor is the inflation target, the margin of maneuver of the monetary authority is constrained when several shocks or disruptive factors the normal course of economic variables generate effects on inflation and impact on real economic activity. This research examines, through the calibration of a DSGE model, the margin of maneuver that has the monetary authority in Colombia and the *trade-off* that arise in making policy decisions when the economic cycle are leveraged by clashes exogenous. We conclude that monetary policy in Colombia, in a closed economy scenario, optimally behaves both as a nominal anchor have the inflation target as to distinguish the nature of the shocks perfectly accommodate the product and supply shocks, but offset demand shocks.

Key words: Monetary Policy, Inflation Target, Trade Off, DSGE.

Contenido

Resumen.....	4
Abstract	5
Introducción	7
1. Marco Teórico.....	9
2. Trade Off de Política Monetaria: Enfoque Teórico	14
3. Evidencia empírica sobre Modelos de Política Monetaria y Ciclo Económico	27
4. El Modelo.....	35
5. Calibración y Resultados del Modelo	52
6. Conclusiones y Recomendaciones	69
Anexo A: Funciones de Impulso Respuesta.....	71
Bibliografía	73

Introducción

En economías pequeñas y abiertas, con estructuras de mercado imperfectamente competitivas, con asimetrías en la información y con rigideces de precios, es evidente que las técnicas de política macroeconómica, y en particular de política monetaria, no siempre resultan efectivas para incrementar el producto y el empleo y reducir la inflación.

Ante estos fallos en el mercado y la posición de precio aceptantes que tienen las economías pequeñas y abiertas frente al resto del mundo, la política monetaria se ve enfrentada a ciertas disyuntivas o *trade-offs* que se hacen latentes en el afán de la autoridad monetaria por estabilizar el crecimiento del producto y a su vez cumplir con la meta de inflación.

Dichos *trade-offs* surgen cuando se presentan diversos sucesos como: i) choques en el ambiente internacional que alteran las decisiones de compra, de producción y de inversión de los agentes domésticos, ii) rigideces de precios y de información que distorsionan los efectos de la política monetaria impactando de manera significativa la economía real, iii) cambios en las expectativas de los agentes económicos sobre el curso futuro de la actividad económica, iv) cambios en los precios de los bienes debido a factores no asociados con comportamientos de demanda, entre otros.

En este contexto, la hipótesis que se plantea en esta investigación es que para el caso de la economía colombiana, en donde la política monetaria se enmarca en el esquema de inflación objetivo y por tanto el ancla nominal es la meta de inflación, el margen de maniobra de la autoridad monetaria se ve restringido cuando los choques y/o factores como los mencionados en el párrafo anterior perturban el curso normal de las variables económicas, generan efectos sobre la inflación e impactan la actividad económica real.

Esto es así porque si en el afán de contrarrestar los efectos de los choques, la política monetaria se enfoca en estabilizar el producto, se puede desviar de su meta de inflación para el periodo; si por el contrario, la política monetaria no se enfoca en estabilizar el producto sino en mantener la meta de inflación, se puede acentuar la etapa del ciclo económico que haya sido apalancada por el choque exógeno, ya sea un auge o una recesión.

Lo expuesto anteriormente, generó la necesidad de elaborar esta investigación cuyo principal objetivo es examinar el margen de maniobra que posee la autoridad monetaria en Colombia y los *trade off* que surgen en la toma de decisiones de política cuando las fases del ciclo económico son apalancadas por choques exógenos, diferentes a los choques internacionales que perturban a una economía pequeña y abierta¹.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado y sustentar la hipótesis, el presente documento se divide en seis partes. En la primera sección se realiza una revisión del marco conceptual que envuelve esta investigación el cual, después de revisar diversos enfoques de escuelas y/o autores que otorgan un papel fundamental a la política monetaria dentro del ciclo económico, se decidió que sería el paradigma de la Nueva Síntesis Neoclásica. Esto es así, debido a su creciente y reciente acogida en el mundo intelectual y en la *praxis* de la política monetaria de las principales autoridades monetarias en el mundo, y la forma en que mezcla el análisis microeconómico ortodoxo con el análisis macroeconómico heterodoxo para realizar formulaciones de política económica.

En la segunda sección se expone el modelo de política monetaria óptima de Clarida, Galí y Gertler (1999) y Clarida, Galí y Gertler (2001) el cual se constituye en el insumo a partir del cual se identifican los *trade off* de política que enfrenta la autoridad monetaria en Colombia. La sección tres muestra la evidencia empírica encontrada en estudios similares sobre política monetaria óptima y reglas de tasas de interés en el marco del paradigma de la Nueva Síntesis Neoclásica.

En la sección 4 se plantea el modelo a través del cual se obtienen los principales resultados para Colombia y que emana de los planteamientos de Clarida, Galí y Gertler (1999). La sección 5 muestra la calibración de los resultados a través de un modelo DSGE trabajado en Dynare con parámetros para la economía colombiana e información de variables económicas en Colombia para el periodo que va desde el tercer trimestre de 2005 hasta el tercer trimestre de 2010. Por último se presentan las conclusiones de la investigación y la bibliografía utilizada en la investigación.

¹ En el proyecto de tesis presentado en 2010 para la elaboración de esta investigación, los objetivos de la misma estaban más orientados al estudio de la política monetaria en Colombia y su carácter cíclico, procíclico o anticíclico a través del análisis de los principales agregados monetarios y su concordancia con la actividad económica real. Luego de revisar la literatura económica asociada a esta investigación, se identificó que en el ambiente económico y en la *praxis* de la política monetaria, los agregados monetarios no son más un instrumento de decisiones de política ni mucho menos un indicativo de las disyuntivas que enfrenta el banco central. De manera que la investigación se enfocó mas a los *trade off* que enfrenta el banco central ante diversos choques.

1. Marco Teórico

Una parte del estudio de la teoría macroeconómica se centra en analizar las causas no monetarias de las fases del ciclo económico y los factores no monetarios que determinan la evolución del empleo, el producto y la inversión en los periodos de auge y recesión. Dentro del grupo de teóricos que atribuyen a las desviaciones del producto de su nivel de largo plazo factores distintos a los asociados con la cantidad de dinero en la economía, las variaciones en las tasas de interés, etc., se encuentran los teóricos del ciclo real de negocios que argumentan que las perturbaciones que alejan a la economía de su nivel de equilibrio son de índole real, es decir, surgen de cambios tecnológicos que alteran la productividad.

Los modelos económicos que se enmarcan dentro de la teoría del ciclo económico real están elaborados a partir de fundamentos microeconómicos en donde tanto productores como consumidores tienen por objeto la maximización intertemporal de beneficios y utilidades, respectivamente, Romer (2006). Por tanto, para que los resultados económicos que se derivan de estos modelos tengan una solución de equilibrio, dentro de su estructura se incluyen supuestos como la flexibilidad de precios, la competencia perfecta, la simetría en la información, entre otros, los cuales garantizan su consistencia.

Es bien conocido que para el análisis de economías pequeñas y abiertas, entre esas la colombiana, no es apropiado tomar en consideración los supuestos mencionados en el párrafo anterior porque existen imperfecciones en el mercado y choques externos que realzan la necesidad de considerar dentro del análisis económico factores como las rigideces de precios y la existencia de competencia imperfecta. En presencia de estos factores, las desviaciones del producto de su tendencia de largo plazo, y por ende las recesiones y auges que se originan en determinado periodo de tiempo, no pueden ser solo el fruto de perturbaciones reales sino que pueden tener su origen en perturbaciones de índole monetaria que, dadas las imperfecciones del mercado y en contra de las teorías de neutralidad monetaria, generan alteraciones en la economía real.

Asimismo, esta violación de los supuestos de competencia perfecta genera no neutralidades del dinero en la economía que le otorgan a la política monetaria un papel relevante dentro del ciclo económico, al tener ésta la discreción de acomodar o

contrarrestar los choques según su naturaleza de oferta o demanda. Dado que la política monetaria puede acarrear consecuencias de índole real, la autoridad monetaria de turno se enfrenta así a un *trade off* entre variabilidad de la inflación y variabilidad del producto.

Precisamente el principal objetivo de este documento es el estudio de los *trade off* de política monetaria a los que se enfrenta el Banco de la República de Colombia dadas las imperfecciones del mercado colombiano.

La estructura teórica que más se adapta al objetivo mencionado, es la Nueva Síntesis Neoclásica (NSN), pues ésta agrupa en un solo modelo el análisis de política monetaria, los choques que a ésta se asocian y su injerencia dentro de la actividad económica real. Bajo este enfoque se puede identificar y analizar, de forma certera, los *trade off* de política monetaria que enfrenta la autoridad monetaria en economías pequeñas y abiertas con estructuras de mercado imperfectas y rigideces de precios.

Canzoneri et.al (2003) argumentan que la NSN es la mezcla de tres tradiciones que dominaron la modelación macroeconómica durante los últimos treinta años del siglo XX, a saber: 1) La adición de expectativas racionales a los modelos IS-LM que estaban siendo usados para evaluar la política monetaria (Sargent y Wallace (1975)), 2) La introducción de especificaciones dinámicas más enriquecidas para las rigideces nominales que fueron asumidas en algunos modelos (Calvo (1983) y Taylor (1980)), 3) La introducción del modelo de ciclo real de negocios, que busca explicar las regularidades del ciclo de negocios en una estructura con agentes maximizadores, competencia perfecta y perfecta flexibilidad de precios y salarios (Kydland y Prescott (1982)).

La teoría del ciclo económico NSN incorpora características clásicas (Teoría del Ciclo Real de Negocios) y características Keynesianas (firmas en competencia monopolística y ajuste costoso de precios) en una sola estructura. Así, la NSN reintroduce las rigideces nominales y la determinación por el lado de la demanda del empleo y el producto. En estos modelos la competencia monopolística con agentes definidores de precios y salarios reemplaza la estructura de competencia perfecta de los modelos de ciclo real de negocios.

Los modelos de la NSN tienen mucho en común con los modelos IS-LM que los precedieron, con la adición de que el empleo y el producto pueden estar desviados de sus niveles esperados, Ver Canzoneri et al (2003). En efecto, McCallum y Nelson (1999) desarrollan un modelo en el que identifican que las relaciones del modelo IS-

LM pueden ser sensiblemente usadas para el análisis de la demanda agregada en un modelo de equilibrio general dinámico utilizado para el estudio de los temas relacionados con la política monetaria y las fluctuaciones económicas.

McCallum y Nelson (1999) muestran que un modelo de equilibrio general dinámico con funciones de producción y preferencias ortodoxas, dan lugar a un par de ecuaciones lineales que son análogas a las tradicionales funciones IS y LM, con la diferencia que la IS involucra una variable adicional que refleja el ingreso futuro esperado. Estas dos ecuaciones, proveen un modelo donde la conducta de la demanda agregada es razonablemente tratable y usable con una amplia variedad de especificaciones de oferta agregada.

Este enfoque le otorga a la política monetaria un papel primordial dentro de las fluctuaciones de la actividad económica, al tener ésta la capacidad de contrarrestar choques de demanda y/o acomodar choques de oferta en un escenario de precios rígidos y competencia imperfecta.

El modelo de la NSN expuesto por Goodfriend y King (1997) y Goodfriend (2002), se basa en el modelo esencial del ciclo real de negocios (RBC, por sus siglas en inglés) para proveer un entendimiento de las fluctuaciones en el empleo y la inflación y una estructura para el pensamiento sobre la política monetaria. Sin embargo, el principal punto de partida es que las firmas no ajustan flexiblemente los precios de sus productos para mantener un máximo *mark-up* de beneficio constante. Bajo esta estructura, el *mark up* fluctúa en respuesta a los choques de demanda y productividad. Es esta variabilidad el *mark up*, lo esencial para las fluctuaciones del empleo y la inflación.

Los párrafos que siguen a continuación resumen los principales postulados de la teoría de la NSN expresados por Goodfriend y King (1997) y Goodfriend (2002). En otras palabras, lo que se expone de aquí en adelante corresponde única y exclusivamente a los argumentos de los mencionados autores.

En el modelo de la Nueva Síntesis Neoclásica, la política monetaria y la credibilidad que tenga la autoridad monetaria en el escenario económico se vuelven puntos clave para las fluctuaciones económicas. Así, cuando el banco central tiene credibilidad de que dejará la inflación en cero, las firmas se vuelven renuentes a subir o bajar sus precios en respuesta a un choque de su *mark up* corriente, pues esperan que este choque sea temporal. En estas circunstancias, el nivel actual de precios se vuelve invariante a los choques actuales de la política monetaria; y el empleo y el producto actual quedan

determinados por la demanda de bienes. Por tanto, bajo este escenario, la demanda agregada gobierna el producto en el corto plazo.

De manera que en el modelo de la NSN las fluctuaciones de la demanda agregada, que como se dijo anteriormente pueden provenir de perturbaciones puramente monetarias, inducen fluctuaciones en el empleo y el producto. De ahí su corte keynesiano y su pertinencia dentro del presente estudio.

Dado que en este modelo las firmas mantienen el *mark up* que maximiza beneficios a través del tiempo, éste se comporta como el modelo de ciclo real de negocios en promedio, pero le da vía libre a la política monetaria para influenciar la demanda agregada y estabilizar el producto y la inflación.

Bajo la estructura de la Nueva Síntesis Neoclásica, el instrumento de política monetaria es la tasa de interés nominal de corto plazo. Desde el punto de vista Keynesiano, esta política de tasa de interés ejerce influencia sobre el empleo y el producto, porque la producción es determinada por la demanda en el corto plazo. Desde el punto de vista clásico, la influencia de la tasa de interés en el empleo y el producto se deriva del hecho de que la demanda influencia los salarios, lo cual a su vez influencia el *mark up*, que según el modelo de ciclo real de negocios actúa como un impuesto.

En efecto, la Nueva Síntesis Neoclásica localiza la transmisión de la política monetaria a la actividad real, en su influencia sobre el *mark up*. Así, una acción de política monetaria que aumenta la demanda agregada, aumenta también los costos marginales y reduce el *mark up*, lo cual sostiene un incremento en la producción y el empleo dado que trabaja como una reducción impositiva en el modelo de ciclo real de negocios.

Dado lo anterior, el banco central puede estabilizar el empleo y la producción completamente, aumentando la tasa de interés real para contraer la demanda agregada actual lo suficiente para estabilizar el *mark up*, el cual pudo haber sido alterado por choques de oferta (cambios en la productividad). Así, bajo este modelo la política monetaria recomendada es neutral porque estabiliza el nivel de precios y las fluctuaciones en el empleo y el producto que ocurrirían si hubiese precios rígidos, haciendo que la demanda agregada se comporte de acuerdo con el modelo de ciclo real de negocios.

La política monetaria recomendada en el párrafo anterior, tiene por objeto eliminar la brecha del producto. Esta política es consistente con una política de baja inflación, en

el sentido que esta última produce tasas de interés nominales bajas, minimiza las decisiones de precios costosas, minimiza las distorsiones de los precios relativos y protege a los agentes económicos contra los temores inflacionarios perjudiciales.

De manera que en este escenario la inflación objetivo facilita la implementación de la política monetaria neutral en tres formas: 1) Ayuda a asegurar la credibilidad de baja inflación en contra de la tentación de estimular el empleo excesivamente. 2) Reduce la influencia de la inflación o la desinflación desestabilizadoras y 3) Le permite al banco central reducir agresivamente la tasa de interés para estimular la actividad económica sin temor a pánico por la inflación.

El enfoque de la NSN sustenta en gran medida lo planteado en este documento en el sentido que en la presencia de rigideces en precios o salarios nominales no es factible para la política monetaria tanto estabilizar el nivel de precios, como mantener el producto en su potencial. Así, bajo precios rígidos, un choque negativo de la productividad puede ocasionar en el banco central un *trade off* de corto plazo entre estabilidad de precios y estabilidad del producto.

Adicionalmente, los modelos que surgen bajo este enfoque, sugieren que las acciones de política monetaria pueden tener un efecto en la actividad económica real persistente a través de los años, dado el ajuste gradual de los precios individuales y del nivel general de precios.

De manera que la Nueva Síntesis Neoclásica ofrece consejos de política basados en la idea de que las rigideces de precios implican que la demanda agregada es un determinante clave de la actividad económica en el corto plazo. De lo que se desprende que las fluctuaciones económicas no pueden ser derivadas o entendidas independientemente de la política monetaria. De ahí que este enfoque sea clave para el desarrollo de la presente tesis.

Así, bajo esta perspectiva, la recomendación es que la política monetaria debería estabilizar la tendencia del nivel de precios con el fin de mantener el producto en su potencial. De manera que la tarea de la política monetaria debe ser manejar la demanda agregada para acomodar cualquier perturbación del lado de la oferta al producto.

2. Trade Off de Política Monetaria: Enfoque Teórico

Como se mencionó en la sección anterior, la presente tesis se enmarca dentro del paradigma de la Nueva Síntesis Neoclásica. Esto es así porque la NSN agrupa en un solo modelo el análisis de política monetaria, los choques que a ésta se asocian y su injerencia dentro de la actividad económica real. Bajo este enfoque se puede identificar y analizar, de forma certera, los *trade off* de política que enfrenta la autoridad monetaria en economías pequeñas y abiertas con estructuras de mercado imperfectas y rigideces de precios, más exactamente el caso de Colombia.

Uno de los documentos más citados dentro de este tipo de estudios es el realizado por Clarida, Galí, Gertler (1999), quienes plantean un modelo de política monetaria óptima bajo la perspectiva neokeynesiana. Otro de los diversos trabajos teóricamente relevantes que plantea un modelo de NSN para estudiar la influencia de la política monetaria en la actividad económica real es el de Chadja y Nolan (2003). Dado que este último involucra también interacción de la política monetaria con la política fiscal, no se considerará su enfoque dentro del desarrollo de esta tesis dado el alcance de la misma. Sin embargo, no se desconoce tampoco su aporte a la investigación².

Dado lo anterior, el marco teórico de esta investigación es el trabajo de Clarida, Galí y Gertler (1999), a partir del cual se derivarán los principales hallazgos para la economía colombiana.

En palabras de Clarida, Gali y Gertler (1999) las rigideces de precios nominales temporales proveen la fricción clave que aumenta los efectos no neutrales de la política monetaria, por tanto la escogencia de cómo conducir la política monetaria tiene importantes consecuencias para la actividad agregada. Es por esta razón que estos

² Chadja y Nolan (2003) analizan la forma en que la política fiscal y la política monetaria deben ser coordinadas para asegurar buenos resultados macroeconómicos. Los autores analizan principalmente dos temas: 1) Los enlaces fundamentales entre la restricción de presupuesto del gobierno y la definición de tasas de interés. 2) Problemas de estabilización que plantean la política fiscal y la política monetaria sobre el ciclo económico. Una de las principales conclusiones de esta investigación, es que una política monetaria activa engendra similarmente una política fiscal activa, a fin de alcanzar el óptimo. En otras palabras, una política monetaria agresiva, deberá ser contrarrestada con una política fiscal similar, a fin de estabilizar óptimamente la economía.

autores de tradición keynesiana consideran que la incorporación explícita de fricciones en precios es necesaria para hacer la estructura teórica adaptable para la evaluación de la política monetaria y a la realidad de las economías. De ahí que el modelo desarrollado por estos autores sea de vital importancia para el desarrollo de esta tesis.

Bajo esta perspectiva, Clarida, Gali y Gertler (1999) plantean un modelo de corte neokeynesiano de política monetaria óptima en el que el instrumento de política es la tasa de interés de corto plazo y la credibilidad de la política monetaria juega un papel fundamental en las expectativas de los agentes. La premisa fundamental de su formulación es que el banco central debe ajustar la tasa de interés en respuesta a las perturbaciones del producto, pero este ajuste depende exclusivamente de la naturaleza de estas perturbaciones; de manera que logre contrarrestar los choques de demanda pero acomodar los choques de oferta.

Por tanto, el entendimiento de esta formulación es fundamental para el desarrollo de la presente tesis, en primer lugar porque el carácter acomodaticio o contrarrestable de la política permite inferir sobre su comportamiento cíclico, pro-cíclico o anti-cíclico y sobre los efectos reales de la misma. En segundo lugar, porque la naturaleza de los choques a la actividad real permite entender el *trade-off* entre producto e inflación al que se enfrenta la política monetaria. De ahí que el marco teórico del presente documento se enmarque dentro del planteamiento de estos autores.

2.1 Política Monetaria Óptima: El modelo de Clarida, Gali y Gertler (1999)

Clarida, Gali y Gertler (1999) plantean un modelo en el que la política monetaria afecta la economía real en el corto plazo y la conducta actual de la economía depende críticamente de las expectativas sobre el curso actual y futuro de la política monetaria. Siguiendo el planteamiento tradicional, la Curva IS de este modelo, que relaciona la brecha del producto inversamente con la tasa de interés real, está dada por:

$$x_t = -\varphi[i_t - E_t\pi_{t+1}] + E_t x_{t+1} + g_t \quad (2.1)$$

Donde:

- $x_t = y_t - z_t$ es la brecha del producto, o sea, la diferencia entre el componente estocástico del producto en logaritmos (y_t) y el componente estocástico del nivel natural del producto en logaritmos (z_t), es decir, aquel nivel de producto

que se alcanzaría si los precios y salarios fueran totalmente flexibles³. En esta ecuación un mayor producto esperado aumenta el producto corriente, pues la expectativa de un mayor consumo en el siguiente periodo (asociada a un mayor nivel de producto) lleva a los individuos a querer consumir mas hoy, lo que eleva la demanda por el producto actual.

- π_t es la inflación del periodo t e i_t es la tasa de interés nominal en t, ambas expresadas como desviaciones de su nivel de largo plazo. El efecto negativo de la tasa de interés real sobre el producto es resultado de la sustitución intertemporal del consumo cuya elasticidad está dada por φ .
- $g_t = \mu g_{t-1} + \widehat{g}_t$ es un término de perturbación asociado a un choque de demanda, el cual está en función de los cambios esperados en las compras del gobierno en relación con los cambios esperados en el producto potencial, que sigue un proceso autorregresivo de orden 1, cuyo término de error es *iid* con media cero y varianza σ_g^2 .

La Curva de Phillips de este modelo, que relaciona la inflación positivamente con la brecha del producto, se define por:

$$\pi_t = \lambda x_t + \beta E_t \pi_{t+1} + u_t \quad (2.2)$$

Donde:

- $u_t = \rho u_{t-1} + \widehat{u}_t$ es un término de perturbación o *cost push inflation* que captura los incrementos en el nivel general de precios causados por incrementos sustanciales en los costos de los bienes y/o servicios, permitiéndole al modelo generar variación en la inflación por motivos adicionales a los movimientos en el exceso de demanda. Este choque sigue un proceso autorregresivo de orden 1 y su término de error también es *iid* con media cero y varianza σ_u^2 .
- A diferencia de la Curva de Phillips tradicional, esta relación no presenta inercia arbitraria o dependencia rezagada de la inflación. En contraste, las firmas deciden los precios basadas en sus expectativas sobre la inflación futura.

Como se mencionó anteriormente, en este modelo el instrumento de política es la tasa de interés nominal. Dada la presencia de precios rígidos, la política monetaria no solo afecta esta tasa de interés, sino también la tasa de interés real; lo que da lugar a desviaciones en el producto de su nivel potencial y de la inflación de su meta. De manera que el problema de la política monetaria consiste en escoger una tasa de interés

³ El componente estocástico se refiere a la desviación de la variable de su tendencia determinística de largo plazo.

que minimice la función de pérdidas del banco central, es decir, que maximice la siguiente función objetivo, sujeto a las restricciones que imponen las Curvas IS y de Phillips.

$$\max -\frac{1}{2} E_t \left[\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i [\alpha x_{t+i}^2 + \pi_{t+i}^2] \right] \quad (2.3)$$

En otras palabras, el objetivo de la política monetaria consiste en minimizar las desviaciones al cuadrado del producto y la inflación de su nivel objetivo, donde α en la ecuación (2.3) representa el peso relativo de las desviaciones del producto. Para resolver este problema, Clarida, Gali y Gertler (1999) plantean principalmente tres escenarios de la credibilidad de la política del Banco Central: Discreción, Sesgo Inflacionario y Compromiso.

2.1.1 Política Monetaria Óptima bajo discreción

Un banco central que opera bajo discreción (sin compromiso) escoge la tasa de interés actual re-optimizando cada periodo. En otras palabras, cada periodo el banco central escoge $\{x_t, \pi_t, i_t\}$ de tal forma que maximice la función objetivo (2.3). En este escenario, el equilibrio de expectativas racionales tiene la propiedad de que el banco central no tiene incentivo para cambiar sus planes de forma inesperada y toma las expectativas del sector privado como dadas en la solución del problema de optimización. Por su parte el sector privado, condicional a la regla óptima del banco central, forma sus expectativas racionalmente. En este escenario, la condición de optimalidad que se deriva de la solución del problema es:

$$x_t = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t \quad (2.4)$$

De manera que bajo discreción el *trade off* de política monetaria se manifiesta en la medida que la inflación está por encima/debajo de la meta, el banco central aumenta las tasas de interés para contraer la demanda por debajo/encima de su capacidad. Qué tan agresivamente el banco central deba reducir x_t , depende positivamente de la ganancia en reducir la inflación por unidad de pérdida de producto, λ , y depende negativamente del peso asignado a las pérdidas del producto, α .

Combinando el resultado obtenido en (2.4) con la curva de oferta agregada, Clarida, Gali y Gertler (1999) encuentran las siguientes expresiones para los valores óptimos de x_t y π_t :

$$x_t = -\lambda q u_t$$

$$\pi_t = \alpha q u_t \quad (2.6)$$

Donde $q = \frac{1}{\lambda^2 + \alpha(1-\beta\rho)}$.

La política óptima para la tasa de interés, se obtiene reemplazando el valor óptimo de x_t en la curva IS:

$$i_t = \gamma_\pi E_t \pi_{t+1} + \frac{1}{\varphi} g_t \quad (2.7)$$

Con $\gamma_\pi = 1 + \frac{(1-\rho)\lambda}{\rho\varphi\alpha} > 1$ y $E_t \pi_{t+1} = \rho \pi_t = \rho \alpha q u_t$

$\gamma_\pi > 1$ en la ecuación (2.7) indica que ante un aumento en la inflación esperada, las tasas de interés aumentan lo suficiente para incrementar la tasa de interés real. De manera que en la regla óptima para la tasa de interés nominal, el coeficiente de la inflación esperada debería exceder la unidad, conforme al postulado general de regla de Taylor.

Asimismo, el principal resultado de este modelo, a la luz de la presente tesis, es que en la medida en que exista inflación endógena u_t , o lo que es lo mismo, un aumento del nivel general de precios originado por un aumento de los costos marginales, existe un *trade off* de corto plazo entre la variabilidad de la inflación y la variabilidad del producto. En otras palabras, si el factor u_t mueve la inflación, solo es posible reducirla contrayendo la demanda. Asimismo, si existe una mayor preferencia relativa por la estabilidad del producto (mayor α), la política monetaria óptima permite una menor desviación estándar del producto a expensas de una mayor volatilidad de la inflación.

Basados en el resultado anterior, Clarida, Gali y Gertler (1999) concluyen que la política monetaria óptima incorpora inflación objetivo, en el sentido que requiere que la inflación converja a su objetivo de largo plazo. Esto es así si y solo si la inflación endógena (*cost push inflation*) está ausente y el banco central no se preocupa por las desviaciones del producto. De manera que la política monetaria óptima requiere ajustar

las tasas de interés reales para perfectamente contrarrestar los choques de demanda, g_t , pero perfectamente acomodar los choques del producto potencial, u_t . De ahí que una tarea muy importante de la política monetaria sea distinguir las fuentes de los choques al ciclo de negocios.

2.1.2 Política Monetaria con Sesgo Inflacionario

Clarida, Galí y Gertler (1999) analizan el problema el sesgo inflacionario o inflación persistente, bajo el enfoque de política monetaria bajo discreción que se acaba de exponer. La fuente última de este sesgo inflacionario proviene de un banco central que desea empujar el producto por encima de su nivel natural. El problema surge cuando la definición de precios y salarios hoy depende de las creencias del manejo de los precios en el futuro, lo que a su vez depende del curso de la política monetaria. Esta situación puede afectar directamente la credibilidad de los agentes sobre el curso de la política monetaria futura del banco central.

Así las cosas, Clarida, Galí y Gertler (1999) consideran la posibilidad de que la meta para la brecha del producto sea $k > 0$, en vez de cero. De manera que la función objetivo de política del banco central está dada por:

$$Max - \frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i [\alpha(x_{t+i}^2 - k) + \pi_{t+i}^2] \right\} \quad (2.8)$$

Utilizando las mismas restricciones del modelo anterior, la condición de optimalidad o *trade off* que enlaza las variables objetivo, esta dado por:

$$x_t^k = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t^k + k \quad (2.9)$$

De manera que reemplazando en las curvas IS y de Phillips del apartado anterior, se obtienen los valores óptimos de la inflación y brecha del producto así:

$$x_t^k = x_t \quad (2.10)$$

$$\pi_t^k = \pi_t + \frac{\alpha}{\lambda} k \quad (2.11)$$

Donde el término $\frac{\alpha}{\lambda} k$ indica que la inflación se encuentra sistemáticamente más alta que en el caso bajo discreción, dadas las preferencias del banco central por una meta de brecha del producto superior. Obsérvese en (2.10) que, pese a que el banco desea un mayor nivel del producto, éste resulta ser el mismo que en el caso bajo discreción. Lo que indica que bajo esta situación el banco central no solo no genera mejoras en el producto sino que de su política se deriva una inflación mayor a su meta.

Del análisis anterior, se desprende que podrían haber mejoras en el bienestar si el banco central pudiera simplemente comprometerse a actuar como si k fuera igual a cero: no habría ningún cambio en la tendencia del producto y aún así la inflación declinaría. Esto equivale a asignarle un mayor costo relativo a la inflación del que la sociedad como un todo le asigna.

Por tanto, la gran conclusión de este análisis es que en la medida en que la definición de precios hoy dependa de las creencias sobre las condiciones económicas futuras, un autoridad monetaria capaz de señalar un claro compromiso de controlar la inflación pueden enfrentar un *trade off* mejorado entre producto e inflación, como se muestra a continuación.

2.1.3 Política Monetaria bajo compromiso

A diferencia de la política monetaria bajo discreción, en la política monetaria bajo compromiso el banco central no toma las expectativas del sector privado como dadas sino que reconoce que la elección de política efectivamente determina esas expectativas. Un banco central que opera bajo compromiso (reglas) escoge un plan para la tendencia de las tasas de interés que seguirá para siempre. En este escenario, es simplemente el compromiso del banco central lo que hace que la política sea creíble en el equilibrio.

Bajo compromiso, la función objetivo es la misma expresada en la ecuación (2.3) con las siguientes particularidades para la inflación y la brecha del producto condicionales al compromiso de política:

$$x_t^c = -\omega u_t \quad (2.12)$$

$$\pi_t^c = \frac{1-\lambda\omega}{1-\beta\rho} u_t = \frac{\lambda}{1-\beta\rho} x_t^c + \frac{1}{1-\beta\rho} u_t \quad (2.13)$$

Donde lo anterior refleja que una reducción del 1% en x_t^c reduce π_t^c en $\frac{\lambda}{1-\beta\rho} < \lambda$. Este impacto se debe al efecto de la regla de política sobre las expectativas del curso futuro de la brecha del producto, lo que sería análogo a una política en la que el banco central le diera un mayor costo a la inflación del verdadero costo social que tiene.

Así las cosas, los valores óptimos para la brecha del producto, la inflación y la tasa de interés son como se muestra a continuación:

$$x_t^c = -\frac{\lambda}{\alpha^c} \pi_t^c \quad (2.14)$$

Donde $\alpha^c = \alpha(1 - \beta\rho) < \alpha$, lo que muestra que un compromiso a la regla de política implica que es óptimo para el banco central realizar una mayor contracción en el producto en respuesta a presiones inflacionarias, o lo que es lo mismo, es óptimo otorgar un menor peso a la brecha del producto en las decisiones de política monetaria.

De manera análoga al caso sin compromiso se tiene:

$$x_t^c = -\lambda q^c u_t \quad (2.15)$$

$$\pi_t^c = -\alpha^c q^c u_t \quad (2.16)$$

Donde $q^c = \frac{1}{\lambda^2 + \alpha^c(1-\beta\rho)}$.

De manera que bajo compromiso la inflación se encuentra más cerca de su objetivo y la inflación endógena genera una menor inflación a nivel general (Ecuación (2.16)). Luego un banco central que pueda creíblemente cumplir con unas reglas se enfrenta a un *trade-off* mejorado de producto e inflación.

Finalmente, la tasa de interés óptima bajo compromiso es:

$$i_t = \gamma_\pi^c E_t \pi_{t+1} + \frac{1}{\varphi} g_t \quad (2.17)$$

Donde $\gamma_\pi^c = 1 + \frac{(1-\rho)\gamma}{\rho\varphi\alpha^c} > 1 + \frac{(1-\rho)\gamma}{\rho\varphi\alpha} = \gamma_\pi$. Por tanto, en relación con el caso de discreción, el banco central incrementa la tasa de interés nominal en un mayor valor

como respuesta a un incremento en la inflación esperada. Asimismo, en el caso en el que exista persistencia endógena de la inflación, la política óptima con compromiso implica una transición más rápida del óptimo en relación con lo que ocurriría bajo discreción.

Así pues, bajo compromiso se enfatiza nuevamente que una política monetaria óptima es una política de inflación objetivo, pues ésta en efecto le da un peso más alto a la inflación en la elección de política del que le otorga la sociedad, generando una convergencia más rápida a los valores óptimos de inflación y crecimiento del producto.

La extensión de los modelos hasta aquí presentados al modelo de economía abierta bajo el enfoque de Clarida, Galí y Gertler (1999) es directa en términos del modelo teórico, razón por la cual se presenta a continuación. Aún así, en la parte empírica de esta investigación no se incluye el análisis de economía abierta dado que implicaría un tratamiento más detallado de precios internacionales que supera el alcance de esta investigación.

2.1.4 El modelo de economía pequeña y abierta

Además de las rigideces de precios y los choques a los precios de los insumos que pueden repercutir en una inflación endógena o en choques de oferta, existen otros factores que generan *trade-offs* en la política monetaria y apalancan sus efectos reales. Para el caso de una economía pequeña y abierta, estos otros factores pueden ser choques externos sobre los precios o las tasas de interés que alteran las decisiones de compra y venta de los agentes locales, alteran los términos de intercambio y desvían el curso de la política monetaria.

En palabras de Clarida, Gali y Gertler (2001) y Clarida (2001) en la política monetaria el banco central debe tener en cuenta el impacto de la tasa de cambio en la actividad económica y la inflación. Qué tan agresivamente el banco central deba ajustar la tasa de interés en respuesta a presiones inflacionarias depende del grado de apertura de la economía. Para estos autores, cuando la economía es abierta, la política monetaria óptima debe ser una combinación de inflación objetivo con tasa de cambio flotante.

De manera análoga al caso de la economía cerrada explicado anteriormente, Clarida, Gali y Gertler (2001) plantean la siguiente función objetivo del banco central, la cual

se maximiza sujeta a la curvas IS y curva de Phillips con el fin de encontrar las tendencias optimas de tasa de interés, inflación y brecha del producto:

En este caso la función objetivo de política se define como:

$$\max -\frac{1}{2} \sum_{i=0}^{\infty} E_t [\alpha_w x_{t+i}^2 + \pi_{t+i}^2] \quad (2.18)$$

La cual está sujeta a:

$$x_t = E_t x_{t+1} - \frac{1+w}{\sigma} (i_t - E_t \pi_{t+1} - rr_t^0) \quad (2.19)$$

Donde:

- i_t es la tasa de interés nominal domestica y rr_t^0 es la tasa de interés real domestica en el equilibrio de precios flexibles o equilibrio sin fricciones.
- x_t es la brecha del producto en el periodo t .
- $w = \gamma(\sigma\eta - 1)(2 - \gamma)$ es un parámetro que está en función del grado de apertura de la economía, γ , la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos y extranjeros, η , y el coeficiente de aversión relativa al riesgo, σ .
- $rr_t^0 = \frac{w}{1+w} rr_t^* + \frac{\sigma}{1+w} E_t (y_{t+1}^0 - y_t^0)$ es la tasa de interés real domestica que está en función de la tasa de interés real extranjera, rr_t^* , y la variación en el nivel natural de producto y_t^0 .

Obsérvese que esta curva IS se diferencia de la expresada en las secciones anteriores, en que los choques no provienen de la demanda o cambios en el consumo del gobierno, g_t , sino que provienen de cambios en la tasa de interés internacional que afecta directamente la tasa de interés real de equilibrio de la economía doméstica.

La ecuación (2.19) muestra entonces que la brecha del producto esta inversamente relacionada con la tasa de interés real doméstica y esta positivamente relacionada con la brecha esperada del producto. En el caso de una economía abierta, un aumento en la tasa de interés real doméstica induce una apreciación en los términos de intercambio que genera un cambio en el gasto; por tanto, las exportaciones netas se mueven en una dirección que magnifica el impacto total sobre la demanda.

La segunda restricción del banco central es la curva de oferta agregada o de Phillips que se relaciona a continuación:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \lambda_w x_t + u_t \quad (2.20)$$

Donde $\lambda_w = \delta \left(\frac{\sigma}{1+w} + \varphi \right)$.

En el modelo de economía pequeña y abierta la política monetaria óptima también tiene implicaciones para los términos de intercambio, expresados en la siguiente ecuación por la relación positiva que guardan con la tendencia óptima de la brecha del producto:

$$s_t = \frac{\sigma}{1+w} x_t + s_t^0 \quad (2.21)$$

Donde $s_t^0 = \frac{\sigma}{1+w} (z_t - y_t^*)$

Al igual que en el caso anterior, el problema de la política monetaria en una economía pequeña y abierta consiste en escoger una tendencia para la tasa de interés nominal, i_t , que minimice la función de pérdidas del banco central sujeto a las ecuaciones IS y de oferta agregada de la economía. Obsérvese en (2.19) que en la medida en que el parámetro que refleja la apertura de la economía, γ , tiende a cero, w también converge a cero y los resultados para la economía abierta resultan ser similares a los ya obtenidos anteriormente para la economía cerrada.

Obsérvese a continuación los resultados de política óptima bajo discreción y bajo compromiso:

$$x_t^w = -\frac{\lambda_w}{\alpha_w} \pi_t \quad (2.21)$$

$$x_t^w = -\lambda_w q_w u_t \quad (2.22)$$

$$\pi_t^w = \alpha_w q_w u_t \quad (2.23)$$

Donde $q_w = \frac{1}{\lambda_w^2 + \alpha_w(1-\beta\rho)}$.

Con base en lo anterior, la regla de tasa de interés de política está dada en este modelo por:

$$(2.23)$$

$$i_t^w = r r_t^0 + \gamma_\pi^w E_t \pi_{t+1}$$

Donde $\gamma_\pi^w = 1 + \left[\frac{\sigma}{(1+w)} \right] \left(\frac{\lambda_w}{\alpha_w} \right) \frac{(1-\rho)}{\rho} > 1$, como en el caso de la economía cerrada.

De manera que en este escenario el banco central debe responder a las desviaciones esperadas de la inflación domestica de su meta ajustando la tasa de interés nominal suficientemente para mover la tasa de interés real en una manera estabilizante. Los factores internacionales son relevantes en la medida en que estos afectan tanto la inflación domestica como la tasa de interés de equilibrio e inducen los *trade off* de la política.

Obsérvese que los principales resultados de los modelos relacionados anteriormente apuntan a que la política monetaria involucra inflación objetivo y a que el banco central siempre se enfrenta a un *trade off* si existen factores externos que alteran inciden sobre la inflación. Estos resultados se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados Clarida, Galí y Gertler (CGG)

Concepto	CGG (1999) – Modelo Discreción	CGG (1999) – Modelo Sesgo Inflacionario	CGG (1999) – Modelo Compromiso	CGG (2001) – Caso Economía Abierta
Función Objetivo	$Max - \frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \right\}$	$Max - \frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \right\}$	$Max - \frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \right\}$	$Max - \frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \right\}$
Curva IS	$x_t = -\varphi [i_t - E_t \pi_t]$	$x_t = -\varphi [i_t - E_t \pi_t]$	$x_t^c = -\omega u_t$	$x_t = E_t x_{t+1} - \frac{1 + \sigma}{\sigma}$
Curva AS	$\pi_t = \lambda x_t + \beta E_t \pi_{t+1}$	$\pi_t = \lambda x_t + \beta E_t \pi_{t+1}$	$\pi_t^c = \frac{\lambda}{1 - \beta \rho} x_t^c +$	$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \lambda_w$
Términos de Intercambio	N/A	N/A	N/A	$s_t = \frac{\sigma}{1 + w} x_t + s_t^0$
Trade-Off	$x_t = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t$	$x_t^k = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t^k + k$	$x_t^c = -\frac{\lambda}{\alpha^c} \pi_t^c$ $\alpha^c = \alpha(1 - \beta \rho) <$	$x_t^w = -\frac{\lambda_w}{\alpha_w} \pi_t$
x^*	$x_t = -\lambda q u_t$	$x_t^k = x_t$	$x_t^c = -\lambda q^c u_t < x_t$	$x_t^w = -\lambda_w q_w u_t$
π^*	$\pi_t = \alpha q u_t$	$\pi_t^k = \pi_t + \frac{\alpha}{\lambda} k$	$\pi_t^c = \alpha^c q^c u_t$	$\pi_t^w = \alpha_w q_w u_t$
i^*	$i_t = \gamma_\pi E_t \pi_{t+1} +$	$i_t^k = i_t = \gamma_\pi E_t \pi_{t+1}$	$i_t^c = \gamma_\pi^c E_t \pi_{t+1} + \frac{1}{\varphi}$	$i_t^w = r r_t^0 + \gamma_\pi^w E_t \pi_t$
γ_π	$\gamma_\pi > 1$	$\gamma_\pi > 1$	$\gamma_\pi^c > \gamma_\pi > 1$	$\gamma_\pi^w > 1$
$\lim_{i \rightarrow \infty} E_t$	0	$\frac{\alpha}{\lambda} k$	0	0

3. Evidencia empírica sobre Modelos de Política Monetaria y Ciclo Económico

Son varias las investigaciones realizadas y los documentos publicados en torno al análisis de la política monetaria y su rol dentro del ciclo económico. Un buen grupo de estas investigaciones se enmarca dentro de la estructura de tipo neokeyniano o enfoque de la Nueva Síntesis Neoclásica explicado con anterioridad. Los párrafos que siguen a continuación describen algunos de los documentos relacionados con este tema, cuyos principales resultados atañen a lo planteado a lo largo de esta tesis.

Mahadeva y Gomez (2009) analizan cómo los ciclos internacionales afectan el ciclo del PIB real y las decisiones de política monetaria en Colombia y afirman que las variaciones en la tasa de cambio que se originan en el ciclo internacional restringen el alcance de una política monetaria contracíclica. Para el caso de Colombia, estos autores identifican que muchos cambios de política monetaria son reacciones a eventos sucedidos en el mercado financiero impulsados por movimientos en el mercado internacional.

Por ejemplo, un incremento de la demanda por encima de la oferta potencial puede ser consistente con la falta de voluntad de los inversionistas internacionales de prestar por razones no asociadas al ciclo económico doméstico; ante esto, las autoridades de política pueden frenar el exceso de demanda con una política monetaria contracíclica a través de mayores tasas de interés, lo que ocasionaría que el ciclo del PIB se subordine a la entrada de capital. Otra opción que tendría el banco central es el uso de las reservas internacionales que genere una mayor depreciación de la tasa de cambio y, sin aumentos en la tasa de interés, un mayor consumo de bienes no transables.

Dado que esta última opción acarrearía mayor inflación, el banco central se enfrenta entonces a un *trade off* entre variabilidad de la inflación y variabilidad del producto, derivado de un cambio en las preferencias internacionales.

Marfan, Medina y Soto (2009) desarrollan un Modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (DSGE) de economía pequeña y abierta con precios y salarios rígidos para Chile, en el que muestran que otro de los factores que genera un *trade off* de

Política Monetaria es el exceso de optimismo por parte de los agentes privados. En este trabajo se identifica que un ciclo de auge/caída originado por el exceso de optimismo de los agentes racionales sobre la productividad futura es equivalente a un ciclo provocado por fluctuaciones exógenas de las condiciones financieras externas.

Con base en las condiciones de primer orden derivadas del modelo DSGE mencionado en el párrafo anterior, Marfan, Medina y Soto (2009) replican varios escenarios de impulso respuesta sobre la economía chilena y relacionan los *trafe off* mas relevantes a los que se enfrenta la política monetaria ante un episodio de auge/caída en el ciclo de negocios provocado por los factores nombrados anteriormente. Estos son:

- a) Si el banco central trata de estabilizar el producto, la caída de la inflación y la contracción del producto del sector transable serán significativas.
- b) Si el banco central trata de estabilizar la inflación estrictamente en torno a su meta, se amplificará el *boom* de la actividad, se producirá un mayor deterioro en la cuenta corriente y una mayor depreciación del tipo de cambio, lo que generaría una recesión posterior más grave.
- c) Si la política monetaria se enfoca en estabilizar el tipo de cambio, se limitan los efectos del auge sobre el sector transable pero se amplifica sobre las demás variables

Linde (2003) en un trabajo de economía aplicada para Suecia, estudió los choques de la política monetaria y las fluctuaciones del ciclo económico para una economía pequeña y abierta con el fin de validar si los movimientos en la tasa de interés nominal se corresponden con movimientos de corto plazo en los precios y cantidades agregadas. A través de un modelo VAR, el autor estima la importancia relativa de los choques extranjeros y domésticos para los ciclos económicos de Suecia, encontrando que los primeros son una fuente importante de generación de los ciclos de negocios con una frecuencia menor a los ciclos que se generan cuando los choques son domésticos.

Una de las principales conclusiones del trabajo mencionado en el párrafo anterior, y que concierne al tema que se quiere estudiar con la presente tesis, es que los movimientos significativos y persistentes de las tasas de interés de corto plazo tienen importantes efectos reales en la economía, sugiriendo entonces que la conducción de la política monetaria en el corto plazo es importante para los resultados macroeconómicos.

Avouyi y Matheron (2005) estudiaron los co-movimientos entre los índices del mercado accionario, la actividad real y las tasas de interés sobre el ciclo de negocios

para las economías de Estados Unidos, Francia y Alemania⁴. En relación con la política monetaria, los autores encontraron una relativa disociación entre ciertos periodos de contracción de la actividad real y de los mercados de valores en relación con la evolución de la tasa del mercado de dinero (indicador de la política monetaria). Sin embargo, al analizar los componentes estructurales, lo que se observa es que aumentos temporales en el nivel de actividad real son seguidos por incrementos temporales en la tasa del mercado de dinero, lo que precede a su vez una caída en el componente cíclico del PIB.

Perez (2005) realiza un modelo DSGE para una economía pequeña y abierta con imperfecciones y rigideces en el sector no transable calibrado para Colombia. Este trabajo, más enfocado a la evaluación de reglas de tasas de interés en una economía pequeña y abierta, estudia la conveniencia de que la autoridad monetaria fije como medida de inflación objetivo en su función de reacción la inflación total, la inflación doméstica o la inflación externa, en un contexto en el cual las fluctuaciones provienen tanto del sector externo como de choques en la productividad de cada uno de los sectores del modelo.

Con el modelo mencionado en el párrafo anterior, los autores concluyen que en el caso en que la autoridad monetaria le dé más peso a la variabilidad de la inflación que a la variabilidad del producto, el mejor régimen de política monetaria es el que responde a la inflación total. Esto además, porque un régimen de este tipo es el más efectivo para reducir la variabilidad de la inflación total y asimismo, genera una volatilidad media en el producto.

Bonaldi et al (2010) realizan un estudio en el que buscan determinar el tipo de rigideces nominales y reales que deben ser incluidas en un modelo DSGE para replicar la dinámica de las variables agregadas de la economía Colombiana. Con este trabajo, los autores identifican que en el corto plazo la sensibilidad de las variables reales a un choque de política monetaria depende en mayor medida de las rigideces de los salarios, del tipo de indexación de precios y salarios y de los costos de ajuste de la inversión. Asimismo, identifican que modelos con rigideces nominales y reales hacen que las funciones de impulso respuesta de los componentes de la demanda agregada ante movimientos de la tasa de interés nominal, tengan la forma esperada.

⁴ El cálculo de estos co-movimientos se hizo con base en el método de Harding y Pagan (2002) el cual permite analizar la concordancia entre variables macroeconómicas a través de la interpretación de unos índices de concordancia que permiten identificar el número promedio de periodos en los que dos variables coinciden en la misma fase del ciclo. Adicionalmente, se tomó como referencia la estimación de correlaciones entre los componentes cíclicos (corto plazo) y estructurales (largo plazo) de las variables de interés.

Lopez y Prada (2009) utilizan un modelo DSGE con capital físico y salarios rígidos para la economía colombiana, derivando a partir de éste una política monetaria óptima. Los autores evalúan cuatro enfoques diferentes de reglas de política óptima y con base en esto identifican que la regla de política simple que reacciona a desviaciones del producto del producto potencial, es la que arroja las menores pérdidas al banco central. Asimismo, una política monetaria agresiva en la lucha contra la inflación reduce las pérdidas del banco central, dado que la variabilidad del producto y de la inflación son reducidas⁵.

King y Wolman (2009) elaboran un documento en el que pretenden identificar qué debe hacer la política monetaria cuando los precios son rígidos. Estos autores afirman que para determinar cómo balancear las brechas del producto contra los costos de la inflación (*trade off* de política monetaria) es necesario asumir una función de pérdida para la autoridad monetaria. El modelo planteado por estos autores es de corte neokeynesiano en el sentido que el equilibrio macroeconómico es ineficiente porque los productores tienen poder de mercado y las brechas del producto pueden surgir como resultado de las rigideces de precios.

Bajo este enfoque, se examinan las respuestas de la tasa de interés nominal ante dos tipos de choques: aumento y reducción de la cantidad de dinero. Los autores logran ver que si la política monetaria es modelada por una regla de tasa de interés los choques expansivos (contractivos) generan caídas (incrementos) en la tasa de interés nominal. El resultado principal de esta investigación es que la autoridad monetaria debería hacer de la estabilidad de precios su único objetivo de política; en otras palabras, la política de estabilización del nivel de precios resulta óptima en dos sentidos: Primero, la tasa promedio de la inflación debe ser cero; segundo, el nivel de precios no debe variar con el ciclo de negocios.

Parra (2008) identifica los principales hechos estilizados de la economía Colombiana para la construcción y evaluación de un modelo DSGE durante el periodo 1994-2007. Dentro de estos hechos estilizados identifican que, para el periodo en mención, la política monetaria en Colombia, y más exactamente la tasa de interés nominal, es

⁵ Las reglas de política monetaria evaluadas por estos autores son: 1) Regla de tasa de interés tipo Taylor en la que hay un suavizamiento de la tasa de interés y está depende tanto de la desviación de la inflación de su objetivo como de la brecha del producto. 2) Regla de tasa de interés en donde además de las variables ya mencionadas, la tasa de interés reacciona directamente a la brecha de los precios de los activos. 3) Regla de tasas de interés tipo Taylor en donde en vez de brecha del producto se utiliza la tasa de crecimiento del mismo. 4) Regla de tasa de interés que en vez de involucrar la brecha de los precios de los activos se utiliza su tasa de variación.

contracíclica dado que la tasa de interés nominal de corto plazo aumenta en momentos de auge y cae en épocas de contracción económica.

Adjemian et al (2007) examinan las principales características de la política monetaria óptima dentro de una estructura macroeconómica microfundada, a través de la estimación de un modelo de escala media de economía cerrada para la zona euro. Los autores utilizan una regla de tasa de interés en donde ésta depende de los valores pasados de sí misma, de la inflación, del producto y de las variaciones de éstas últimas dos variables. Una de las principales conclusiones de esta investigación es que, pese a que la volatilidad del instrumento de la política monetaria es altamente restringida, la política monetaria resulta efectiva para mejorar el bienestar de los agentes.

Jakab et al (2010) exploran la política monetaria óptima en un modelo DSGE de escala media para Hungría. Teóricamente, su contribución es examinar cómo la forma en que se modela la apertura puede cambiar los hallazgos de una política óptima que subyacen a los modelos más simples de economía abierta. Los autores realizan un ejercicio comparativo de reglas de política monetaria, todas asociadas a la tasa de interés, y obtienen como resultado que lo mejor que una política monetaria creíble puede lograr es reducir ineficiencias generadas por rigideces nominales.

Bajo este enfoque, añadir la tasa de cambio nominal a la regla de política no mejora el bienestar o las propiedades de estabilización de la misma, por el contrario, incluir la inflación de salarios en la regla de política implica mejoras significativas en el bienestar, lo que sugiere que la pérdida de bienestar asociada con rigideces de salarios es más severa que la asociada con rigideces nominales en los productos de mercado. A grandes rasgos, los autores concluyen que la política monetaria óptima debería reaccionar más fuertemente a la inflación doméstica en una economía mas abierta.

Adolfson et al (2009) examinan como diferentes conjuntos de choques (tecnología, *mark up*, preferencias y choques externos) afectan la varianza de los *trade off* que enfrenta el banco central para diferentes definiciones de brecha del producto. Dentro de los principales resultados de esta investigación se encuentra que la transmisión de choques depende sustancialmente de la conducción de la política monetaria, y que el *trade off* entre estabilización de la inflación y brecha del producto depende fuertemente de qué concepto de producto potencial es usado en la función de pérdida. Por ejemplo, si el producto potencial es definido como una tendencia suave, el *trade off* es más pronunciado comparado con el caso en que el producto potencial es definido como el nivel de producto que prevalecería si los precios y salarios fueran flexibles.

Verona et al (2011) validan, a través de un modelo DSGE que involucra al sistema bancario, si una política de tasa de interés muy alta o muy baja puede generar un ciclo de auge o caída. Este modelo predice que largos periodos de política monetaria acomodaticia (tasas de interés bajas por periodos prolongados) pueden crear precondiciones, pero no causar *per se* un ciclo de auge o caída. Por el contrario, el ciclo de auge y caída es causado por una combinación de facilidades monetarias persistentes con distorsiones microeconómicas en el sistema financiero. Bajo este enfoque, las fluctuaciones en las variables reales y financieras son marcadamente amplificadas solo cuando una política monetaria acomodaticia persistente se junta con incentivos perversos en el sistema financiero.

Christiano et al (2010) discuten el uso de los modelos DSGE para dirigir la cuestión clave de política monetaria de qué tan grande es la brecha entre el nivel de actividad económica y el mejor nivel que es logrado por la política. Los autores defienden el uso de los modelos DSGE para el análisis de la política monetaria, porque éstos tienen en cuenta la inercia en la inflación y la fuerte respuesta de las variables reales a perturbaciones de política monetaria, sin apelar a valores de parámetros aparentemente increíbles. Asimismo, este tipo de modelos simultáneamente explican la respuesta dinámica de la economía a diversos choques.

Da Siveira (2006) construye un modelo DSGE para Brasil bajo un enfoque de economía pequeña y abierta. La diferencia de este trabajo con otros similares, es que los términos de intercambio entran directamente en la nueva curva de Phillips como un choque adicional que incide directamente sobre la inflación. El modelo trabaja en paralelo los aspectos microeconómicos de una economía pequeña (Brasil) y del resto del mundo (Estados Unidos) y por tanto permite tener en cuenta los efectos de fricciones internacionales como rigideces de precios y choques monetarios y reales tanto locales como extranjeros. La gran ventaja que presenta este enfoque es que se pueden construir funciones de impulso respuesta para ver como los diferentes choques afectan simultáneamente ambas economías en una forma integrada.

El Cuadro 2 muestra el valor de los parámetros utilizados por los autores mencionados en las investigaciones descritas. El Cuadro 3 muestra la estructura de la regla de política monetaria utilizada en el diseño de los modelos DSGE.

Cuadro 2. Valores de Parámetros y Estado Estacionario en modelos DSGE para Política Monetaria

Concepto	Adjemian et al (2007)	Adolfson (2009)	Bonaldi et al (2010)	Christiano et al (2010)	Da Silveira (2006)	Marfan et al (2009)	Verona et al (2011)	Perez (2005)	Lopez y Prada (2009)	
Economía para la que aplica el modelo	Zona Euro	Suiza	Colombia	Estados Unidos	Brazil	Chile	Estados Unidos	Colombia	Colombia	
Parámetros y Valores de Estado Estacionario	Factor de descuento subjetivo	0.990	1.000	1.018	1.000	0.910	0.999	0.988	0.999	
	Coef. de suavizamiento en la regla de política	0.750	0.800	0.700	0.800		0.800	0.880	0.750	
	Coef. de la inflación en la regla de política	1.500	1.700	2.500	1.600	1.500	1.750	1.820	1.250	
	Coef. del producto en la regla de política	0.125	0.125	0.800	0.200	0.500	0.200	0.110	0.500	
	Grado de Apertura de la Economía								0.356	0.035
	Elasticidad de Sustitución Intertemporal	1.000				1.000			0.200	
	Coef. de aversión al riesgo			3.997					5.000	2.000
	Tasa de interés	4.00%							3.00%	3.42%
	Meta de Inflación			0.74%					3.00%	3.00%

Cuadro 3. Reglas de tasa de interés de Política Monetaria en modelos DSGE

Documento	Regla de Tasa de Interés
Adjemian et al (2007)	$\hat{R}_t = \rho \hat{R}_{t-1} + (1 - \rho) [r_\pi \hat{\pi}_{t-1} + r_y \hat{y}_{t-1}] + r_{\Delta\pi} \Delta \hat{\pi}_t + r_{\Delta y} \Delta \hat{y}_t + \varepsilon_t^r$
Adolfson (2009)	$i_t = \rho_{R_t} i_{t-1} + (1 - \rho_{R_t}) [\bar{\pi}_t^c + r_{\pi t} (p_t^c - p_{t-1}^c - \bar{\pi}_t^c) + r_{yt} (y_{t-1} - \bar{y}_{t-1}) + r_{\Delta\pi,t} \Delta (p_t^c - p_{t-1}^c) + r_{\Delta y,t} \Delta (y_t - \bar{y}_t) + \varepsilon_{Rt}$
Da Silveira (2006)	$r_t = \delta_r r_{t-1} + \delta_\pi \pi_t + \delta_y \tilde{y}_t + \varepsilon_{M,t}$
Lopez y Prada (2009)	$(1 + i_t^{bc}) = (1 + i_{t-1}^{bc})^{\rho_i} \left((1 + \bar{i}) \left(\frac{1 + \pi_t}{1 + \bar{\pi}} \right)^{\rho_\pi} \left(\frac{y_t}{y_t^{flex}} \right)^{\rho_y} \right)^{1 - \rho_i} \exp(\varepsilon_t^i)$
Perez (2005)	$i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho) \left(\bar{i} + \rho_\pi (\pi_t - \bar{\pi}) + \rho_y \left(\frac{y_t}{y_{t-1}} - 1 \right) \right)$
Verona et al (2011)	$R_t^e = (R_{t-1}^e)^{\tilde{\beta}} \left[R^e \left(\frac{E_t \pi_{t+1}}{\bar{\pi}} \right)^{\alpha_\pi} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}} \right)^{\alpha_y} \right]^{(1 - \tilde{\beta})} \varepsilon^{MP}$

4. El Modelo

En este documento se desarrolla un modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (en adelante DSGE) para el análisis de la política monetaria en Colombia y sus efectos sobre el producto. Se utiliza esta metodología dado su creciente uso en los últimos años en la evaluación de los efectos macroeconómicos de la política económica y particularmente de la política monetaria en una estructura neokeynesiana.

De acuerdo con Escudé (2008), los modelos DSGE se han convertido en forma creciente en los últimos años en un vehículo para sistematizar, analizar y proyectar complejos procesos económicos susceptibles de ser analizados con métodos cuantitativos modernos, incluyendo el análisis de políticas macroeconómicas. Para la formulación de esta clase de modelos, se comienza modelando los procesos decisorios de los agentes económicos mediante problemas de optimización estocástica. Estos modelos contienen ecuaciones con variables exógenas dotadas de una dinámica representada principalmente por procesos autorregresivos, que permiten identificar la respuesta de las principales variables económicas a diversos choques.

En esta tesis se plantea un modelo DSGE de economía cerrada, con parámetros calibrados para la economía colombiana. El problema principal del modelo, que es el que enfrenta el banco central, está basado en el trabajo de Clarida, Galí y Gertler (1999). En esta tesis se expone la formulación del modelo base, es decir, el problema de política monetaria óptima para una economía cerrada en el que la autoridad monetaria opera bajo discreción. Lo anterior, debido a que los demás escenarios son variaciones de este primer caso (Ver Cuadro 1.).

Las restricciones que enfrenta la autoridad monetaria al maximizar su función objetivo provienen de las decisiones de optimización de firmas y hogares; las primeras definen la curva de oferta agregada de la economía o curva de Phillips, y los segundos definen la curva IS.

4.1 Los Hogares y la Curva IS

El problema de los hogares consiste en maximizar la siguiente función de utilidad:

$$Max E_t \sum_{t=0}^{\infty} \varphi^t U \left(C_t, N_t, \frac{M_t}{P_t} \right) \quad (4.1.1)$$

Sujeta a la restricción de presupuesto:

$$P_t C_t + M_t = W_t N_t + (1 + r_{t-1}) M_{t-1} \quad (4.1.2)$$

Donde:

φ : Factor de descuento intertemporal.

C_t : Consumo en el periodo t.

N_t : Horas de trabajo.

$\frac{M_t}{P_t}$: Saldos reales de dinero.

W_t : Salario Nominal.

Obsérvese que la utilidad de los agentes está en función de los saldos reales de dinero. Se hace relevante hacer esta inclusión dentro del modelo, dado que los saldos reales de dinero pueden ser una aproximación de la demanda de dinero en la economía y por tanto de la demanda agregada a nivel general. Como se verá más adelante, su inclusión permitirá ver que los choques de demanda no provienen solo de variaciones en el gasto del gobierno, según lo expresan Clarida, Galí y Gertler (1999), sino también de cambios en los saldos reales de dinero.

Se supone una función de utilidad de la forma:

$$U \left(C_t, N_t, \frac{M_t}{P_t} \right) = \ln C_t + \theta \ln \left(\frac{M_t}{P_t} \right) - \frac{1}{1+\sigma} N_t^{1+\sigma} \quad (4.1.3)$$

Donde σ es la elasticidad de los hogares con respecto al trabajo. En (4.1.3) la función de utilidad depende positivamente del consumo y de los saldos reales y negativamente de las horas de trabajo.

El problema de maximización de utilidad de los hogares se resuelve mediante el método de la ecuación de Bellman en donde la variable de estado es M_t . Por tanto, la ecuación de Bellman está dada por:

$$V(M_{t-1}) = \max U\left(C_t, N_t, \frac{M_t}{P_t}\right) + \varphi E_t V(M_t) + \gamma_t (W_t N_t + (1 + r_{t-1})M_{t-1} - P_t C_t) \quad (4.1.4)$$

Las condiciones de primer orden del problema de optimización para las variables de control y variables de estado, están dadas por:

$$U'(C_t) = \gamma_t P_t \quad (4.1.5)$$

$$\frac{1}{C_t} = \gamma_t P_t$$

$$U'(M_t) + \varphi E_t V'(M_t) = \gamma_t \quad (4.1.6)$$

$$\theta \frac{1}{M_t/P_t P_t} + \varphi E_t V'(M_t) = \gamma_t$$

$$U'(N_t) = \gamma_t W_t \quad (4.1.7)$$

$$-N_t^\sigma = \gamma_t P_t$$

$$V'(M_{t-1}) = \gamma_t (1 + r_{t-1}) \quad (4.1.8)$$

Adelantando (4.1.8) un periodo y reemplazando en (4.1.6) se tiene que:

$$\theta \frac{P_t}{M_t P_t} + \varphi E_t [\gamma_{t+1} (1 + r_t)] = \gamma_t \quad (4.1.9)$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación por P_t , se tiene que:

$$\theta \frac{P_t}{M_t} + P_t \varphi E_t [\gamma_{t+1} (1 + r_t)] = \gamma_t P_t \quad (4.1.10)$$

Multiplicando y dividiendo por P_{t+1} en el segundo término del lado izquierdo de la ecuación (3.10) se tiene que:

$$(4.1.11)$$

$$\theta \frac{P_t}{M_t} + \varphi E_t \left[\frac{P_t}{P_{t+1}} (\gamma_{t+1} P_{t+1}) (1 + r_t) \right] = \gamma_t P_t$$

Reemplazando (4.1.5) en (4.1.11) se obtiene la ecuación de Euler del consumo:

$$\theta \frac{P_t}{M_t} + \varphi E_t \left[\frac{P_t}{P_{t+1}} \frac{1}{C_{t+1}} (1 + r_t) \right] = \frac{1}{C_t} \quad (4.1.12)$$

Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación (4.1.12) y reorganizando se tiene:

$$\ln(C_t) = -\theta [\ln(P_t) - \ln(M_t)] - \varphi E_t [(\ln(P_t) - \ln(P_{t+1})) - \ln(C_{t+1}) + \ln(1 + r_t)] \quad (4.1.13)$$

Sea:

$$\ln(C_t) = c_t$$

$$\ln(P_{t+1}) - \ln(P_t) = \pi_{t+1}$$

$$\ln(1 + r_t) = i_t$$

Entonces la ecuación de Euler en términos logarítmicos queda expresada como:

$$c_t = \theta [\ln(M_t) - \ln(P_t)] + \varphi E_t \pi_{t+1} + \varphi C_{t+1} - \varphi i_t \quad (4.1.14)$$

De acuerdo con Clarida, Galí y Gertler (1999), sea $y_t = c_t + e_t$ el producto nacional (y_t) que es igual a el consumo nacional privado (c_t) más el consumo del gobierno (e_t), cada una de las variables expresadas en logaritmos. Reemplazando esta identidad en la ecuación (4.1.14) se obtiene:

$$y_t = \theta [\ln(M_t) - \ln(P_t)] + \varphi E_t \pi_{t+1} + \varphi E_t y_{t+1} - \varphi E_t e_{t+1} - \varphi i_t + e_t \quad (4.1.15)$$

Sea $x_t = y_t - z_t$, la brecha del producto donde y_t es el producto real o producto observado y z_t es el producto potencial, en términos logarítmicos. Reemplazando esta

$$(4.1.16)$$

identidad en la ecuación (4.1.15) se obtiene la curva IS, acorde con la especificación de Clarida, Galí y Gertler (1999)⁶:

$$x_t = -\varphi[i_t - E_t(\pi_{t+1})] + \varphi E_t(x_{t+1}) + g_t$$

$$\text{Donde } g_t = \theta[\ln(M_t) - \ln(P_t)] + [(\varphi E_t z_{t+1} - z_t) - (\varphi E_t e_{t+1} - e_t)]$$

La ecuación (4.1.16) es la curva IS del modelo, que de acuerdo con la estructura tradicional del modelo IS-LM, depende negativamente de la tasa de interés. En este caso, la curva IS depende de manera positiva de las expectativas de brecha del producto en el periodo t+1. Esto es así porque, como se mencionó en la sección 2, un mayor producto esperado aumenta el producto corriente, pues la expectativa de un mayor consumo en el siguiente periodo (asociada a un mayor nivel de producto) lleva a los individuos a querer consumir mas hoy, elevando así la demanda del producto actual.

Obsérvese que g_t , el término de perturbación asociado al choque de demanda, depende positivamente de los cambios esperados en el producto potencial frente a la variación esperada en el gasto del gobierno. Lo que desde el punto de vista del autor, se interpreta como que un menor gasto del gobierno frente a un mayor producto potencial, está asociado a un superávit fiscal que genera desplazamientos positivos en la curva IS.

A diferencia de Clarida, Galí y Gertler (1999), en el modelo de esta tesis los aumentos en los saldos reales de dinero generan un choque de demanda positivo sobre el producto, lo cual puede ser interpretado, de acuerdo con Romer (2006), como que perturbaciones puramente monetarias (que afectan solo a la demanda) provocan cambios en los niveles de empleo y producción.

Al igual que en Clarida, Galí y Gertler (1999), g_t sigue un proceso autorregresivo de orden 1, cuyo término de error es independiente e idénticamente distribuido (iid) con media cero y varianza $\sigma_{\hat{g}}^2$. Es decir, $g_t = \mu g_{t-1} + \hat{g}_t$

⁶ El modelo de Clarida, Gali y Gertler (1999) expresa la ecuación (3.16) de la forma $x_t = -\varphi[i_t - E_t(\pi_{t+1})] + E_t(x_{t+1}) + g_t$. No hay pérdida de generalidad con la ecuación que se usa en este modelo, dado que φ en la mayoría de los casos tiende a 1.

4.2 Las Firmas y la Curva de Phillips

La Curva de Phillips o de Oferta Agregada de este modelo, se deriva del siguiente problema de optimización de las firmas. En la presente sección se utiliza como base el trabajo de Galvis (2010).

De acuerdo con la estructura de Nueva Síntesis Neoclásica explicada anteriormente, se asume que los productores de los bienes en esta economía son varias firmas que se encuentran en una estructura de mercado de competencia monopolística.

La función objetivo de las firmas está dada por:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda^t E_0(\Pi_t) \quad (4.2.1)$$

Donde:

$E_0(\Pi_t)$: es el valor esperado de los beneficios de la firma en el tiempo t .

$\Lambda = \frac{U'(C_t)}{U'(C_t)(1+r_t)}$: es la tasa de descuento o tasa intertemporal de sustitución a la que están expuestas las firmas.

Se asume que las firmas siguen un proceso de fijación de precios a la Calvo, de manera que:

$$P_t = (1 - \theta)P_t^* + \theta P_{t-1} \quad (4.2.2)$$

Donde θ es la probabilidad que tienen las firmas de no modificar sus precios, lo que representa el grado de rigidez de precios de la economía.

Asimismo, los beneficios de la firma se expresan como:

$$\Pi_t = p_t^j y_t^j - W_t N_t^j \quad (4.2.3)$$

Donde:

y_t^j : Cantidad demandada y vendida del producto ofrecido por la firma j -ésima.

W_t : Salario.

N_t^j : Cantidad de empleados necesaria para la producción en la firma j .

En este modelo, se asume que las firmas no emplean capital para la producción y por tanto la función de producción de éstas está dada por:

$$y_t^j = A(N_t^j)^\alpha \quad (4.2.4)$$

De la condición de equilibrio de la economía se sabe que:

$$y_t^j = c_t^j \quad (4.2.5)$$

Donde c_t^j es el consumo del hogar j -ésimo.

El consumo en el tiempo de las familias, normalizando su horizonte de tiempo entre 0 y 1, evoluciona de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$c_t^j = \left[\int_0^1 c_t^j(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (4.2.6)$$

Donde:

$c_t^j(z)$: consumo del hogar j del bien z del periodo t .

$\varepsilon > 1$: Elasticidad de sustitución constante.

El índice de precios de esta economía en el periodo t está determinado por:

$$P_t = \left[\int_0^1 p_t^j(z)^{1-\varepsilon} dz \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (4.2.7)$$

Donde $p_t^j(z)$ es el precio del bien z del productor j en el periodo t .

El mínimo gasto para esta economía está dado por:

$$P_t C_t^j \quad (4.2.8)$$

El problema de minimización el gasto del consumidor en esta economía se puede expresar mediante la siguiente ecuación de Lagrange:

$$L = \int_0^1 p_t^j(z) c_t^j - \lambda \left[\left(\int_0^1 c_t^j(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} - C_t^j \right] \quad (4.2.9)$$

Las condiciones de primer orden de este problema de optimización son:

$$\frac{\partial L}{\partial c_t^j} = p_t^j(z) - \lambda \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \left(\int_0^1 c_t^j(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}-1} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} c_t^j(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}-1} = 0$$

$$p_t^j(z) = \lambda \left(\int_0^1 c_t^j(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right)^{\frac{1}{\varepsilon-1}} c_t^j(z)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \quad (4.2.10)$$

Resolviendo la integral se tiene:

$$\lambda C_t^{j\frac{1}{\varepsilon}} c_t^j(z)^{-\frac{1}{\varepsilon}} = p_t^j(z) \quad (4.2.11)$$

Sea $\lambda = P_t$ el precio sombra de comprar una unidad adicional del bien z agregando C_t^j :

$$\left[\frac{c_t^j(z)}{C_t^j} \right]^{-\frac{1}{\varepsilon}} = \frac{p_t^j(z)}{P_t} \quad (4.2.12)$$

De manera que:

$$c_t^j(z) = C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \quad (4.2.13)$$

Por tanto, la ecuación de demanda de la firma está dada por:

$$y_t^j = C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \quad (4.2.14)$$

A fin de obtener la cantidad óptima de recurso que maximiza el beneficio de la firma, de (4.2.3) se sabe que el beneficio máximo se obtiene cuando:

$$\frac{\partial \Pi_t}{\partial N_t^j} = p_t^j \alpha A (N_t^j)^{\alpha-1} - W_t = 0$$

Por tanto:

$$\alpha A (N_t^j)^{\alpha-1} = \frac{W_t}{p_t^j} \quad (4.2.15)$$

Reemplazando (4.2.4) se tiene:

$$\alpha \frac{y_t^j}{N_t^j} = \frac{W_t}{p_t^j} \quad (4.2.16)$$

De (4.2.4) y (4.2.14) se tiene que:

$$A (N_t^j)^\alpha = C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \quad (4.2.17)$$

A fin de obtener a partir de la ecuación anterior el término $\frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j}$ se tiene:

$$\alpha A (N_t^j)^{\alpha-1} \frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j} = -\varepsilon C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon-1} \frac{1}{P_t} \quad (4.2.18)$$

$$\alpha \frac{y_t^j}{N_t^j} \frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j} = -\varepsilon C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon-1} \frac{1}{P_t} \quad (4.2.19)$$

Multiplicando y dividiendo el lado derecho de la ecuación anterior por $p_t^j(z)$, se tiene:

$$\alpha \frac{y_t^j}{N_t^j} \frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j} = -\varepsilon C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} p_t^j(z)^{-1} P_t \frac{1}{P_t} \frac{p_t^j(z)}{p_t^j(z)}$$

$$\alpha \frac{y_t^j}{N_t^j} \frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j} = -\varepsilon y_t^j \frac{1}{p_t^j(z)}$$

$$\frac{\partial N_t^j}{\partial p_t^j} = -\frac{\varepsilon}{\alpha} \frac{N_t^j}{p_t^j(z)} \quad (4.2.20)$$

Así, el problema de optimización de la firma se convierte en:

$$\max E_{t-1}(p_t^j y_t^j - W_t N_t^j) \Lambda^t \quad (4.2.21)$$

Derivando con respecto a p_t^j e igualando a cero se obtiene el beneficio óptimo:

$$\begin{aligned} E_{t-1} \left[C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} + p_t^j \left(-\varepsilon C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon-1} \frac{1}{P_t} \right) - W_t \frac{\partial N_t^j}{\partial P_t} \right] \Lambda^t &= 0 \\ E_{t-1} \left[y_t^j + p_t^j \left(-\varepsilon C_t^j \left(\frac{p_t^j(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \frac{P_t}{p_t^j} \frac{1}{P_t} \right) - W_t \frac{\partial N_t^j}{\partial P_t} \right] \Lambda^t &= 0 \\ E_{t-1} \left[(1 - \varepsilon) y_t^j + W_t \frac{\varepsilon N_t^j}{\alpha p_t^j} \right] \Lambda^t &= 0 \end{aligned} \quad (4.2.22)$$

Dividiendo a ambos lados de la ecuación (4.2.22) por $(1 - \varepsilon) y_t^j$ y considerando que $\Lambda^t \neq 0$ se tiene:

$$E_{t-1} \left[1 + \frac{\varepsilon}{(1 - \varepsilon)} \frac{W_t N_t^j}{y_t^j \alpha p_t^j} \right] = 0$$

Por tanto:

$$E_{t-1} \left[\frac{\varepsilon}{(\varepsilon - 1)} \frac{W_t N_t^j}{\alpha p_t^j y_t^j} \right] = 1 \quad (4.2.23)$$

De (4.2.23) se obtiene entonces que la ecuación de precios del monopolista, con $P_t^* = E(p_t^j)$, esta dada por:

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{1}{\alpha} E_{t-1}(W_t N_t^j) \frac{1}{E_{t-1}(p_t^j)} \frac{1}{E_{t-1}(y_t^j)} &= 1 \\ E_{t-1}(p_t^j) = P_t^* &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{1}{\alpha} E_{t-1} \left(\frac{W_t N_t^j}{y_t^j} \right) \end{aligned} \quad (4.2.24)$$

Sea $X_t^j = \frac{1}{\alpha} E_{t-1} \left(\frac{W_t N_t^j}{y_t^j} \right)$ los costos marginales nominales, y definiendo el *mark up* como la relación de los precios sobre los costos marginales, se tiene que el *mark up* esta dado por:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} = \mu_t = \frac{P_t^*}{X_t^j} = \mu \quad (4.2.25)$$

Por tanto, la ecuación (4.2.24) puede escribirse como:

$$P_t^* = \mu X_t^j \quad (4.2.26)$$

Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación (4.2.26) se tiene:

$$p_t^* = \mu^* + mc_t \quad (4.2.27)$$

Donde:

$$p_t^* = \ln P_t^*$$

$$\mu^* = \ln \mu$$

$$mc_t = \ln X_t^j = \ln N_t^j + \ln W_t - \ln y_t^j$$

Ahora, con base en lo anterior y volviendo al mecanismo de fijación de precios de las firmas, sea p_{t+k}^* el logaritmo del precio óptimo que la firma fijaría en el periodo $t+k$ sin rigideces y sea z_t el precio óptimo hoy. Entonces, el problema de la firma consiste en minimizar las desviaciones entre el precio óptimo del siguiente periodo frente al precio óptimo de hoy. Así, la ecuación objetivo de la firma en términos de la fijación de precios esta dada por:

$$L = \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k E_t (z_t - p_{t+k}^*)^2 \quad (4.2.28)$$

Donde $\beta < 1$ indica que las pérdidas de hoy tienen mas peso que las pérdidas futuras y θ representa las rigideces de precios y/o la probabilidad de que las firmas mantengan fijos los precios hasta el siguiente periodo.

El precio óptimo que minimiza la desviación entre el precio óptimo del siguiente periodo y el precio actual se obtiene derivando (4.2.8) con respecto a z_t , así:

$$2 \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k E_t(z_t - p_{t+k}^*) = 0 \quad (4.2.29)$$

Por tanto:

$$\sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k z_t = \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k E_t p_{t+k}^* \quad (4.2.30)$$

Dado que $\sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k = \frac{1}{1-\theta\beta}$, entonces:

$$z_t^* = (1 - \theta\beta) \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k E_t p_{t+k}^* \quad (4.2.31)$$

Introduciendo (4.2.27) en (4.2.31) se tiene que:

$$z_t^* = (1 - \theta\beta) \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k E_t (\mu^* + mc_{t+k}) \quad (4.2.32)$$

$$z_t^* = (1 - \theta\beta) [\theta\beta^0(\mu + mc_t) + \theta\beta^1(\mu + mc_{t+1}) + \theta\beta^2(\mu + mc_{t+2}) + \dots + \theta\beta^k(\mu + mc_{t+k}) + \theta\beta^{k+1}(\mu + mc_{t+k+1}) + \dots]$$

$$z_t^* = (1 - \theta\beta)(\mu + mc_t) + (1 - \theta\beta)E_t[\theta\beta^1(\mu + mc_{t+1}) + \theta\beta^2(\mu + mc_{t+2}) + \dots + \theta\beta^k(\mu + mc_{t+k}) + \theta\beta^{k+1}(\mu + mc_{t+k+1}) + \dots]$$

$$z_t^* = (1 - \theta\beta)(\mu + mc_t) + (1 - \theta\beta)\theta\beta E_t[\theta\beta^0(\mu + mc_{t+0+1}) + \theta\beta^1(\mu + mc_{t+1+1}) + \dots + \theta\beta^{k-1}(\mu + mc_{t+k-1+1}) + \theta\beta^k(\mu + mc_{t+k+1}) + \dots]$$

$$z_t^* = (1 - \theta\beta)(\mu + mc_t) + \theta\beta(1 - \theta\beta)E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k (\mu + mc_{t+k+1})$$

$$z_t^* = \theta\beta E_t z_{t+1} + (1 - \theta\beta)(\mu + mc_t)$$

(4.2.33)

Con base en la ecuación (4.2.2) de fijación de precios a la calvo, se tiene la agregación de fijación de precios para la economía así:

$$p_t = (1 - \theta)p_t^* + \theta p_{t-1} \quad (4.2.34)$$

Sea $z_t^* = p_t^*$, entonces:

$$z_t^* = \frac{1}{(1 - \theta)} (p_t - \theta p_{t-1}) \quad (4.2.35)$$

Igualando (4.2.33) y (4.2.35) se tiene:

$$\frac{1}{(1 - \theta)} (p_t - \theta p_{t-1}) = \theta \beta E_t z_{t+1} + (1 - \theta \beta)(\mu + mc_t) \quad (4.2.36)$$

De (4.2.35) se tiene que:

$$z_{t+1}^* = \frac{1}{(1 - \theta)} E_t (p_{t+1} - \theta p_t)$$

Reemplazando en (4.2.36) se tiene:

$$\begin{aligned} \frac{1}{(1 - \theta)} (p_t - \theta p_{t-1}) &= \frac{\theta \beta}{(1 - \theta)} E_t (p_{t+1} - \theta p_t) + (1 - \theta \beta)(\mu + mc_t) \\ p_t - \theta p_{t-1} &= \theta \beta E_t (p_{t+1} - \theta p_t) + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t) \end{aligned} \quad (4.2.37)$$

Sea $\pi_t = p_t - p_{t-1}$

Sumando y restando p_t al lado derecho de (4.2.37) se tiene:

$$p_t - \theta p_{t-1} = \theta \beta (E_t p_{t+1} - \theta p_t + p_t - p_t) + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

$$p_t - \theta p_{t-1} = \theta \beta (E_t \pi_{t+1} - \theta p_t + p_t) + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

$$p_t - \theta p_{t-1} = \theta \beta E_t \pi_{t+1} + \theta \beta (1 - \theta) p_t + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

Sumando y restando θp_t al lado izquierdo se tiene:

$$p_t - \theta p_{t-1} + \theta p_t - \theta p_t = \theta \beta E_t \pi_{t+1} + \theta \beta (1 - \theta) p_t + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

$$\theta \pi_t + (1 - \theta) p_t = \theta \beta E_t \pi_{t+1} + \theta \beta (1 - \theta) p_t + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

$$\theta \pi_t = \theta \beta E_t \pi_{t+1} - (1 - \theta \beta)(1 - \theta) p_t + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t)$$

$$\theta \pi_t = \theta \beta E_t \pi_{t+1} + (1 - \theta)(1 - \theta \beta)(\mu + mc_t - p_t)$$

Por tanto:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta} mcr_t \quad (4.2.38)$$

Donde $mcr_t = \mu + mc_t - p_t$, de acuerdo con Clarida, Galí y Gertler (2000), denota la esviación de los costos marginales reales de su valor de estado estacionario.

Siguiendo a Clarida, Galí y Gertler (2000) y a fin de relacionar la inflación con la brecha del producto, se asume una relación proporcional entre los costos marginales y la brecha del producto, así: $mcr_t = kx_t + u_t$, donde u_t es el término de perturbación o *cost push inflation* que, como se explico anteriormente, captura los incrementos en el nivel general de precios causados por incrementos sustanciales en los costos de los bienes y/o servicios, permitiéndole al modelo generar variación en la inflación por motivos adicionales a los movimientos en el exceso de demanda. k es la elasticidad del producto a los costos marginales.

Reescribiendo (4.2.38) en términos de la brecha del producto, se obtiene la curva de Phillips del modelo:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \lambda x_t + u_t \quad (4.2.39)$$

Donde $\lambda = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta} k$.

4.3 La Autoridad Monetaria

Conforme a lo expresado en la sección 2, existen diversas formas de conducir la política monetaria que conllevan a resultados variados en términos del *trade off* que enfrenta el banco central. Dado que estos resultados se derivan del planteamiento base de política monetaria óptima bajo discreción, a continuación se detallará la solución del problema para este caso. No obstante, y como se explicará más adelante, la simulación para la economía colombiana se hará también para el caso de política monetaria con compromiso.

Así las cosas, el Banco Central de este modelo utiliza como ancla nominal la meta de Inflación, es decir, su política monetaria se enmarca dentro del esquema de inflación

objetivo y el instrumento de política monetaria utilizado es la tasa de interés⁷. En el caso general donde la autoridad monetaria opera bajo discreción, se suponen expectativas racionales, rigideces de precios, y que el banco central no puede manipular creencias directamente. Por esto último las expectativas del sector privado se toman como dadas.

A lo largo de todo este documento se ha argumentado que el banco central se enfrenta a un *trade off* entre variabilidad de la inflación y variabilidad del producto. De manera que el problema de la autoridad monetaria consiste en minimizar su función de pérdidas que depende de las desviaciones al cuadrado del producto frente al producto potencial y de las desviaciones al cuadrado de la inflación de su meta⁸.

Así las cosas y de acuerdo con el modelo de Clarida, Galí y Gertler (1999), el problema de la autoridad monetaria es maximizar la siguiente función objetivo:

$$\max -\frac{1}{2} E_t \left[\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i [\alpha x_{t+i}^2 + \pi_{t+i}^2] \right] \quad (4.3.1)$$

Sujeto a las curvas IS y curva de Phillips, ecuaciones (4.1.16) y (4.2.39), respectivamente:

$$x_t = -\varphi [i_t - E_t \pi_{t+1}] + E_t x_{t+1} + g_t$$

$$\pi_t = \gamma x_t + \beta E_t \pi_{t+1} + u_t$$

El banco central escoge $\{x_t, \pi_t, i_t\}$ de tal forma que maximice la función objetivo. De acuerdo con Clarida, Galí y Gertler (1999) el problema se resuelve en dos etapas. En primer lugar el banco central escoge π_t y x_t para maximizar la función objetivo, sujeto a la curva de oferta agregada o curva de Phillips. En segundo lugar y dados los valores de π_t y x_t se determina el valor de i_t .

Dado que no hay variables de estado endógenas en este modelo, la primera etapa del problema de política del banco central se soluciona con base en el siguiente problema de optimización estática:

⁷ De acuerdo con Gómez (2006) el esquema de inflación objetivo tiene tres características primordiales: 1) Meta de Inflación, 2) Transparencia y 3) Operatividad del Banco Central orientada hacia el futuro.

⁸ Se asume que la meta de inflación del Banco Central es una inflación del 0%.

$$\max -\frac{1}{2}[\alpha x_t^2 + \pi_t^2] + F_t \text{ sujeto a } \pi_t = \gamma x_t + f_t \quad (4.3.2)$$

Donde:

$$F_t = -\frac{1}{2} E_t \left\{ \sum_{i=1}^{\infty} \beta^i [\alpha x_{t+i}^2 + \pi_{t+i}^2] \right\}$$

$$f_t = \beta E_t \pi_{t+1} + u_t$$

La solución de este problema se hace por el método de Lagrange. La ecuación de Lagrange asociada al problema de optimización está dada por:

$$L = -\frac{1}{2}[\alpha x_t^2 + \pi_t^2] + F_t + \tau[\pi_t - \lambda x_t - f_t] \quad (4.3.3)$$

Las condiciones de primer orden asociadas al problema de optimización están dadas por:

$$\tau = -\frac{\alpha}{\lambda} x_t \quad (4.3.4)$$

$$\tau = \pi_t \quad (4.3.5)$$

$$\pi_t - \lambda x_t - f_t = 0 \quad (4.3.6)$$

Igualando las ecuaciones (4.3.4) y (4.3.5) se obtiene la siguiente expresión que, como se mencionó en la sección 2, indica que cuando la inflación está por encima/debajo de la meta, el banco central aumenta las tasas de interés para contraer la demanda por debajo/encima de su capacidad:

$$x_t = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t \quad (4.3.7)$$

Reemplazando (3.3.7) en la ecuación de la oferta agregada o curva de Phillips se tiene:

$$\pi_t = \frac{\alpha}{(\alpha + \gamma^2)} \beta E_t \pi_{t+1} + \frac{\alpha}{(\alpha + \gamma^2)} u_t \quad (4.3.8)$$

Iterando hacia adelante y suponiendo expectativas racionales se tiene:

$$(4.3.9)$$

$$\pi_t = \frac{\alpha}{\lambda^2 + \alpha(1 - \beta\rho)} u_t$$

De donde se deriva que la inflación se ve influenciada de manera positiva por choques de oferta, contrario a lo que se obtiene para la brecha del producto, la cual se reduce ante un choque de oferta positivo.

Este resultado se obtiene reemplazando la ecuación (3.3.9) en la ecuación (3.3.7):

$$x_t = -\frac{\lambda}{\lambda^2 + \alpha(1 - \beta\rho)} u_t \quad (4.3.10)$$

De manera que, en la medida en que existan choques de oferta que alteren los costos marginales y por ende la inflación, la autoridad monetaria se enfrenta a un *trade off* entre variabilidad de la inflación y variabilidad del producto. Recuérdese que en el caso bajo compromiso, se obtiene un *trade off* mejorado entre producto en inflación, dado que se le otorga a la inflación un mayor costo social del que ésta tiene.

Reemplazando la ecuación anterior en la curva IS se obtiene:

$$i_t = \left(1 + \frac{(1 - \rho)\lambda}{\rho\varphi\alpha}\right) \rho\alpha q u_t + \frac{1}{\varphi} g_t \quad (4.3.11)$$

Donde $q = \frac{1}{\lambda^2 + \alpha(1 - \beta\rho)}$.

La ecuación (4.3.11) es la regla de política que utiliza la autoridad monetaria de este modelo. Obsérvese que ésta está determinada tanto por choques de oferta como por choques de demanda. Manteniendo constantes los choques de demanda, la regla de política monetaria satisface los dos postulados principales de reglas de Taylor para política monetaria: 1) El tipo de interés nominal crece con la inflación en una proporción mayor que uno a uno, de modo el que el tipo real aumenta cuando la inflación sube. 2) El tipo de interés cae cuando la inflación se sitúa por debajo de lo normal y aumenta cuando se sitúa por encima.

5. Calibración y Resultados del Modelo

5.1 Metodología

La calibración del modelo DSGE expresado en la sección anterior se hace a través del programa Dynare, un preprocesador que colecciona rutinas MATLAB o GNU Octave para resolver, simular y estimar modelos no lineales que pueden ser tanto determinísticos como estocásticos. Este preprocesador resuelve, simula y estima modelos DSGE. Ver, Barrera y Hernández (2009).

Si bien la economía Colombiana es una economía pequeña y abierta, en este documento se estima el modelo de Clarida, Galí y Gertler (1999) para el caso de una economía cerrada en los escenarios bajo discreción y bajo compromiso con parámetros y valores de la economía colombiana. Esto a fin de identificar los *trade off* a los que se enfrenta el Banco de la República que no están asociados con choques internacionales y de ver el impacto para la economía colombiana de que la autoridad monetaria adopte una política discrecional o realice un compromiso firme sobre sus decisiones de política.

Para tal fin, se toma información de series macroeconómicas colombianas para el periodo que comprende desde el tercer trimestre de 1995 hasta el tercer trimestre de 2010.⁹

5.2 Economía Cerrada – Política Monetaria Óptima bajo discreción

5.2.1 Ecuaciones

⁹ En una primera versión de este documento se intentó realizar una aproximación al caso de economía pequeña y abierta, dado que, como se ha mencionado a lo largo del documento, los choques internacionales también son una fuente importante de *trade off* de política monetaria. Sin embargo, dada la complejidad en la inclusión de variables en el escenario de economía abierta, se deja este análisis para una investigación posterior.

Del conjunto de expresiones obtenidas en la sección anterior, las que agrupan las principales relaciones entre variables económicas claves para el análisis de política monetaria son las que se relacionan a continuación:

$$x_t = -\frac{\lambda}{\alpha} \pi_t \quad (1)$$

$$\pi_t = \frac{\alpha}{\lambda^2 + \alpha(1 - \beta\rho)} u_t \quad (2)$$

$$x_t = -\frac{\lambda}{\lambda^2 + \alpha(1 - \beta\rho)} u_t \quad (3)$$

$$i_t = \left(1 + \frac{(1-\rho)\lambda}{\rho\varphi\alpha}\right) \rho\alpha q u_t + \frac{1}{\varphi} g_t \quad (4)$$

$$x_t = y_t - z_t \quad (5)$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \hat{u}_t \quad (6)$$

$$g_t = \mu g_{t-1} + \hat{g}_t \quad (7)$$

5.2.2 Parámetros

Para la calibración de los parámetros de un modelo DSGE pueden utilizarse los grandes ratios del estado estacionario de la economía particular que se desea modelar, en este caso la colombiana, o bien valores de parámetros provenientes de estudios anteriores parecidos o de estudios microeconómicos relevantes. También pueden ser obtenidos a través de estimación econométrica con métodos bayesianos. Escudé (2008). A continuación se detalla la forma en que fueron calibrados los parámetros del modelo en cuestión.

- ◆ **α : Peso relativo de las desviaciones del producto en la función objetivo del banco central.** Se utilizan tres valores a fin de identificar los resultados de la política monetaria óptima cuando el Banco de la República, que opera bajo una política de inflación objetivo y por mandato constitucional tiene como objetivo primario controlar la inflación, le otorga mayor o menor peso al producto. Entre menor α , menor importancia de las pérdidas del producto en la función de pérdidas.

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 50$$

$$\alpha_3 = 100$$

- ◆ **β : Parámetro de la curva de Phillips ampliada con expectativas que indica la elasticidad de la inflación actual ante cambios en la inflación esperada futura.** Se le asigna un valor de 0.8709. Este valor proviene del estudio de Bejarano (2005), quien estima para Colombia los parámetros profundos de la curva de Phillips neokeynesiana propuesta por Gali y Gertler (1999). Este valor corresponden al parámetro β en la estimación de la inflación trimestral del deflactor del PIB.
- ◆ **φ : Elasticidad de sustitución intertemporal.** Se le asigna un valor de 0.42. Este valor proviene de Prada y Rojas (2009) quienes estudian el mecanismo de transmisión de la política monetaria en Colombia a través de los salarios reales y la oferta de trabajo, bajo el supuesto de que el *trade off* de inflación-producto depende de la calificación de los trabajadores y de la elasticidad de la oferta del trabajo al salario real.
- ◆ **λ : Ganancia en inflación reducida por unidad de pérdida del producto.** Una vez se tienen los valores de estado estacionario para la inflación y la brecha del producto, según se explicará en la siguiente sección, este parámetro se obtiene para cada valor de α despejando en la ecuación (1).

Así:

$$\alpha_1 = 1 \quad \rightarrow \quad \lambda_1 = 0.053763$$

$$\alpha_2 = 50 \quad \rightarrow \quad \lambda_2 = 2.688172$$

$$\alpha_3 = 100 \quad \rightarrow \quad \lambda_3 = 5.376344$$

- ◆ **ρ y μ : Coeficientes autorregresivos de los choques de oferta y demanda, respectivamente.** Se asume un valor de 0.9 para ambos parámetros, considerando que los choques de oferta y demanda son procesos estacionarios.

5.2.3 Valores de estado estacionario para las variables endógenas y exógenas:

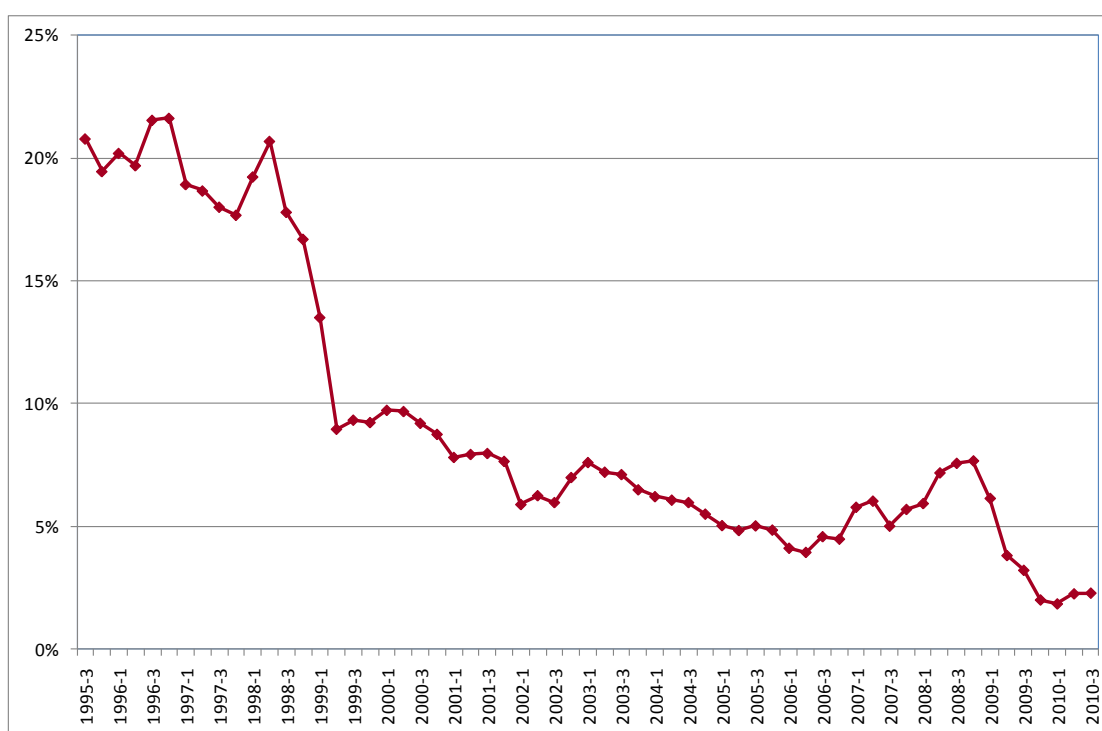
Los valores de estado estacionario se obtienen de las series estadísticas para la economía Colombiana en el periodo tercer trimestre de 1995 a tercer trimestre de 2010.

- ◆ **π : Inflación.** Se toma la inflación promedio trimestral desde 1995:3 hasta 2010:3, la cual es de 9.30%. La fuente de la información es el Banco de la República (www.banrep.gov.co). El comportamiento de la inflación en Colombia para el periodo en mención es como se muestra en el Gráfico 1.

Obsérvese que es notoria la tendencia decreciente que ha adoptado la inflación en Colombia desde la adopción de la política monetaria de inflación objetivo a partir de 1999.

- ◆ **i : Tasa de interés nominal.** Se utiliza el promedio trimestral desde 1995:3 hasta 2010:3 de la tasa de interés de intervención del Banco de la República, la cual es de 13.82%¹⁰. El Gráfico 2 muestra el comportamiento de esta variable para el periodo en mención. Al igual que con la inflación, se resalta que a partir de 1999 la tasa de interés tiene un comportamiento más estable y a la baja, una vez ésta empieza a ser el instrumento de política monetaria del banco central.
- ◆ **y : Producto real.** Se utiliza el promedio trimestral desde 1995:3 hasta 2010:3, el cual es de 81.471,3064 miles de millones de pesos constantes de 2005. El Gráfico 3 muestra el comportamiento de esta serie en Colombia, para el periodo en cuestión.

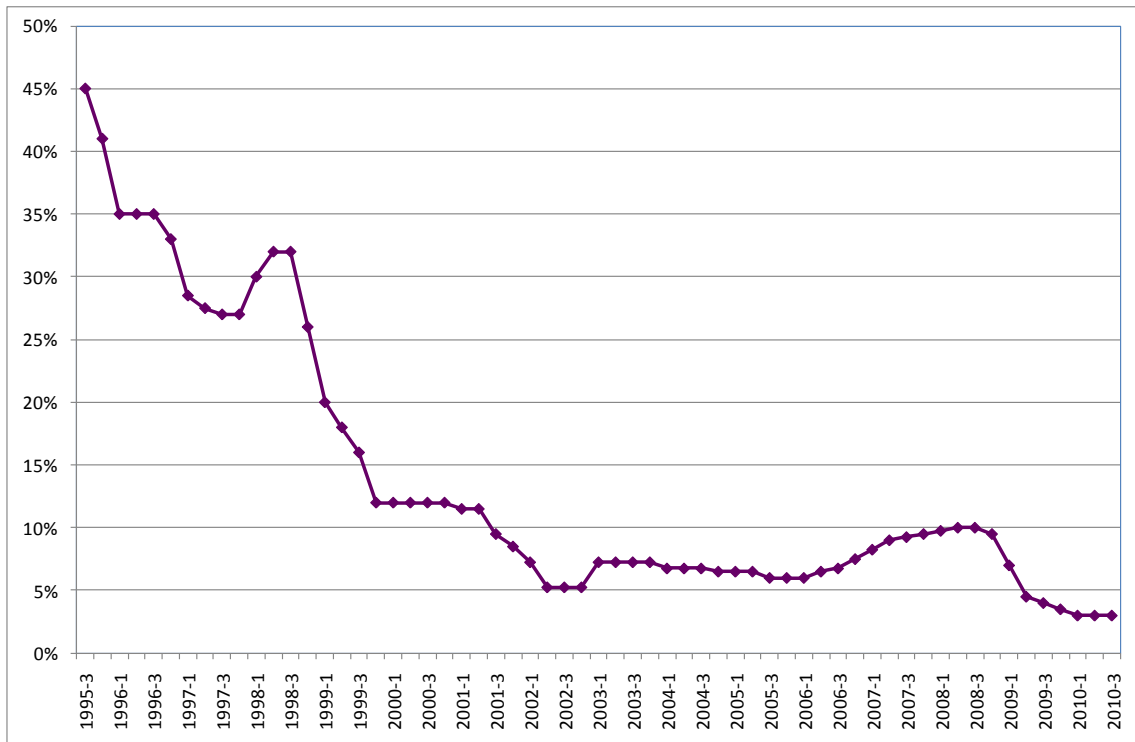
Gráfico 1. Tasa de Inflación en Colombia 1995 – 2010



Fuente: Banco de la República.

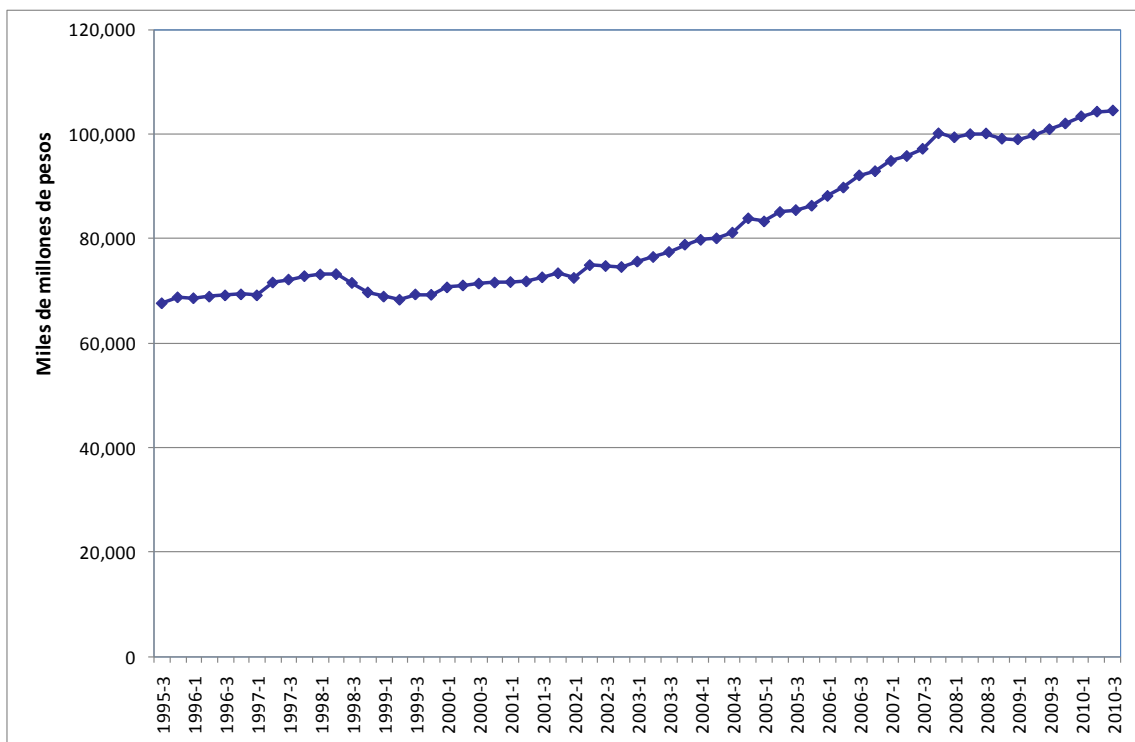
¹⁰ La tasa de intervención es el principal mecanismo de intervención de política monetaria usado por el Banco de la República para afectar la cantidad de dinero que circula en la economía. Esta tasa de intervención, es la tasa mínima de las subastas de expansión monetaria a un día. Ver, www.banrep.gov.co.

Gráfico 2. Tasa de Interés de Intervención del Banco de la República. 1995-2010



Fuente: Banco de la República.

**Gráfico 3. PIB Real en Colombia 1995-2010
(Datos en miles de millones de pesos – Precios constantes de 2005)**

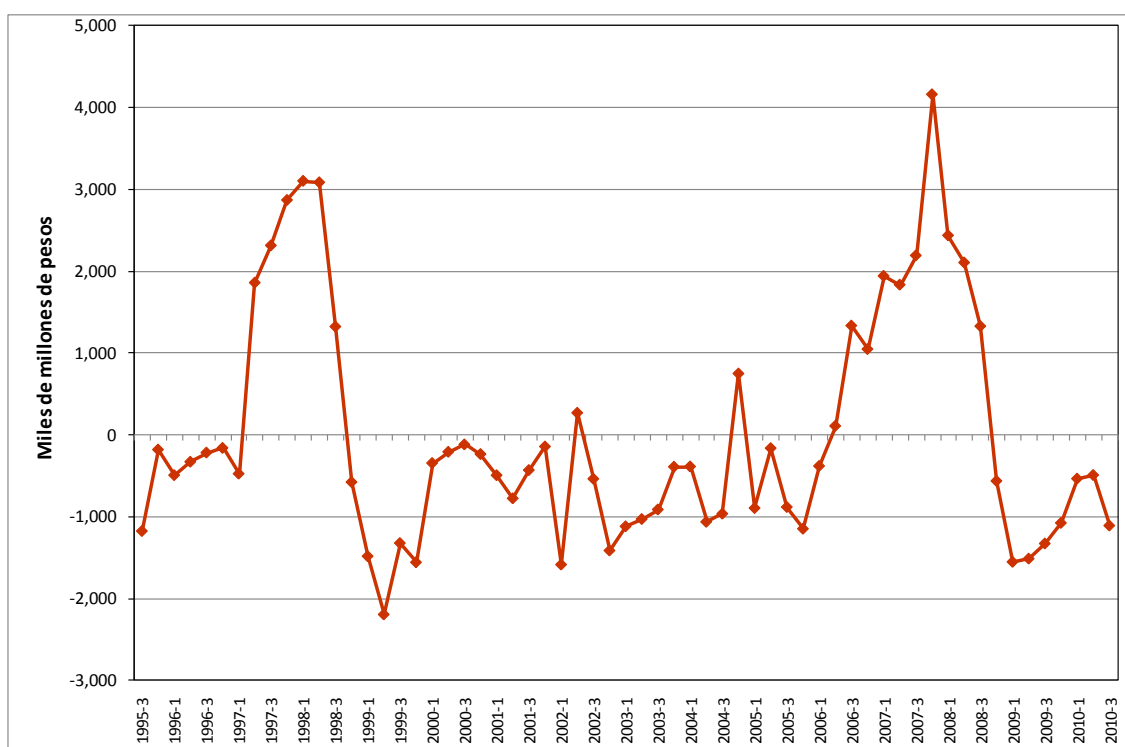


Fuente: Serie tomada del Banco de la República. El cálculo a precios constantes de 2005 es del autor.

- ◆ **z: Producto potencial.** El producto potencial se calcula utilizando la metodología del filtro de Hodrick y Prescott para la serie del PIB real colombiano, durante el periodo en mención. El valor obtenido es de 81.471,3115 miles de millones de pesos constantes de 2005.
- ◆ **x: Brecha del Producto.** Se calcula como la diferencia entre y y z , la cual es de -0.005. El Gráfico 4 muestra la estimación para Colombia durante todo el periodo muestral con el ciclo de Hodrick y Prescott. Obsérvese que el producto real empezó a estar más cerca del producto potencial, aunque por debajo, a partir de segundo trimestre de 1999 cuando se empezó a adoptar la política de inflación objetivo en Colombia.

Gráfico 4. Brecha el Producto en Colombia 1995-2010

(Datos trimestrales en Miles de Millones de Pesos – Precios constantes de 2005)



Fuente: Cálculos del autor.

- ◆ **u: Choque de oferta.** Con los valores anteriormente descritos, se obtiene despejando en la ecuación (3), para diferentes valores de α . A saber:

$$\alpha_1 = 1 \rightarrow u_1 = 0.02037449$$

$$\alpha_2 = 50 \rightarrow u_2 = 0.03354653$$

$$\alpha_3 = 100 \rightarrow u_3 = 0.04698739$$

- ♦ **g: Choque de demanda.** Con los valores anteriormente descritos, se obtiene despejando en la ecuación (4). El valor del choque en estado estacionario es: -0.3624.

El Cuadro 4 resume los valores de los parámetros y de las variables de estado estacionario, utilizados para la calibración.

Cuadro 4. Parámetros y valores de estado estacionario en modelo de economía cerrada y política monetaria bajo discreción

Variable/Parámetro	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Fuente
α	1	50	100	Supuesto
β	0.8709	0.8709	0.8709	Bejarano (2005)
φ	0.4200	0.4200	0.4200	Prada y Rojas (2009)
Λ	0.0537634	2.688172	5.3763441	Cálculos propios
ρ y μ :	0.900	0.900	0.900	Supuesto
π	9.30%	9.30%	9.30%	Series Banco de la República
i	13.82%	13.82%	13.82%	Series Banco de la República
y	81.471,3064	81.471,3064	81.471,3064	Series Banco de la República
z	81.471,3115	81.471,3115	81.471,3115	Cálculos propios
x	-0.005	-0.005	-0.005	Cálculos propios
u	0.02037449	0.03354653	0.04698739	Cálculos propios
g	-0.3624	-0.3624	-0.3624	Cálculos propios

5.2.4 Análisis Impulso-Respuesta

Una de las principales ventajas del análisis de los efectos de política a través de modelos DSGE, es que sus resultados arrojan funciones de impulso respuesta que

muestran la tendencia futura esperada de las variables endógenas del modelo, condicional a un choque en el primer periodo para alguna de las variables exógenas.

En el marco de esta investigación, esta metodología se adapta completamente al análisis de los *trade off* de política monetaria a los que se enfrenta el Banco de la República ante diversos choques. En esta sección se analizan choques de demanda y choques de oferta, al estilo Clarida, Galí y Gertler (1999). Se validará entonces que en efecto son los choques de oferta los que dan origen a *trade offs* de política monetaria.

La Figura 1 muestra el resultado gráfico del comportamiento de cada una de las variables endógenas del modelo ante un incremento del 5% en la desviación estándar de la inflación de costos (*cost push inflation*) o choque de oferta. La calibración se hace para tres niveles del parámetro α : 1, 50 y 100.

Cuando $\alpha = 1$, la autoridad monetaria le otorga a las desviaciones del producto la misma importancia que le asigna a la variabilidad de la inflación. Bajo este escenario, el choque de oferta simulado genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en un poco más de un 20%. El banco central reacciona incrementando la tasa de interés nominal en un 20% y como resultado la brecha del producto y el producto real se reducen un poco más de un 1%. La tasa de interés real se reduce un 2%. De ahí en adelante todas las variables convergen a sus valores de estado estacionario.

Cuando el banco central incrementa en un 50% la importancia que le otorga a las desviaciones del producto dentro de su función de pérdidas ($\alpha = 50$), el choque de oferta simulado genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en cerca del 14%. El banco central reacciona incrementando la tasa de interés nominal en cerca de un 13% y como resultado la brecha del producto y el producto real se reducen alrededor del 0.75%. La tasa de interés real se reduce cerca de un 1.2%. De ahí en adelante todas las variables convergen a sus valores de estado estacionario.

Cuando el banco central incrementa en un 100% la importancia que le otorga a las desviaciones del producto dentro de su función de pérdidas ($\alpha = 100$), el choque de oferta simulado genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en un 10%. El banco central reacciona incrementando la tasa de interés nominal en cerca de un 9% y como resultado la brecha el producto y el producto real se reducen un 0.5%. La tasa de interés real se reduce cerca de 0.8%. De ahí en adelante todas las variables convergen a sus valores de estado estacionario.

De los resultados descritos en los tres párrafos anteriores, se derivan las siguientes conclusiones que están completamente alineadas con los postulados de Clarida, Galí y Gertler (1999):

- En presencia de un choque de oferta, la autoridad monetaria se enfrenta a un *trade off* entre producto e inflación. Obsérvese para todos los valores de α , que dado que la inflación de costos mueve la inflación en general, sólo es posible reducirla contrayendo la demanda.
- En efecto, en todos los casos la autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal y el producto y la brecha reaccionan con leves reducciones.
- Entre mayor es la importancia relativa que el banco central le otorga a las desviaciones del producto frente a la volatilidad de la inflación, menor es la reducción generada en la brecha del producto y el producto real como resultado del incremento del 5% en la inflación de costos. Mientras que con $\alpha = 1$, la reducción en la brecha del producto y el producto real es superior al 1%, con $\alpha = 100$, la reducción de estas variables es apenas del 0.5%.
- En ninguno de los escenarios expuestos se genera un incremento de la tasa de interés real como resultado del choque de oferta. Lo que evidencia la premisa de Clarida, Galí y Gertler en cuanto a que la política monetaria óptima requiere ajustar las tasas de interés reales para perfectamente acomodar los choques del producto potencial. Entre mayor es el peso otorgado a las desviaciones del producto dentro de la función de pérdidas, menor es la reducción de la tasa de interés real. Mientras que con $\alpha = 1$ la reducción es del 2%, con $\alpha = 100$ la reducción es cercana al 0.8%.

La Figura 2 muestra las funciones de impulso respuesta ante un incremento del 5% en la desviación estándar del choque de demanda. Para todo valor de α , ante un incremento en la inflación generado por motivos de demanda, la autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal en más del 10%. Obsérvese que, a diferencia del choque de oferta, la tasa de interés real también crece en la misma proporción. De manera que conforme a Clarida, Galí y Gertler (1999), la política monetaria de esta economía ajusta las tasas de interés reales para perfectamente contrarrestar los choques de demanda¹¹.

¹¹ Se realizó el mismo ejercicio de calibración explicado en esta sección con los parámetros del modelo de Lopez y Prada (2009) encontrando que en términos cualitativos no hay diferencia en los resultados obtenidos.

**Figura 1. Funciones de Impulso respuesta ante un choque de oferta.
Incremento del 5% en la desviación estándar de la inflación de costos**

Política Monetaria Óptima bajo discreción

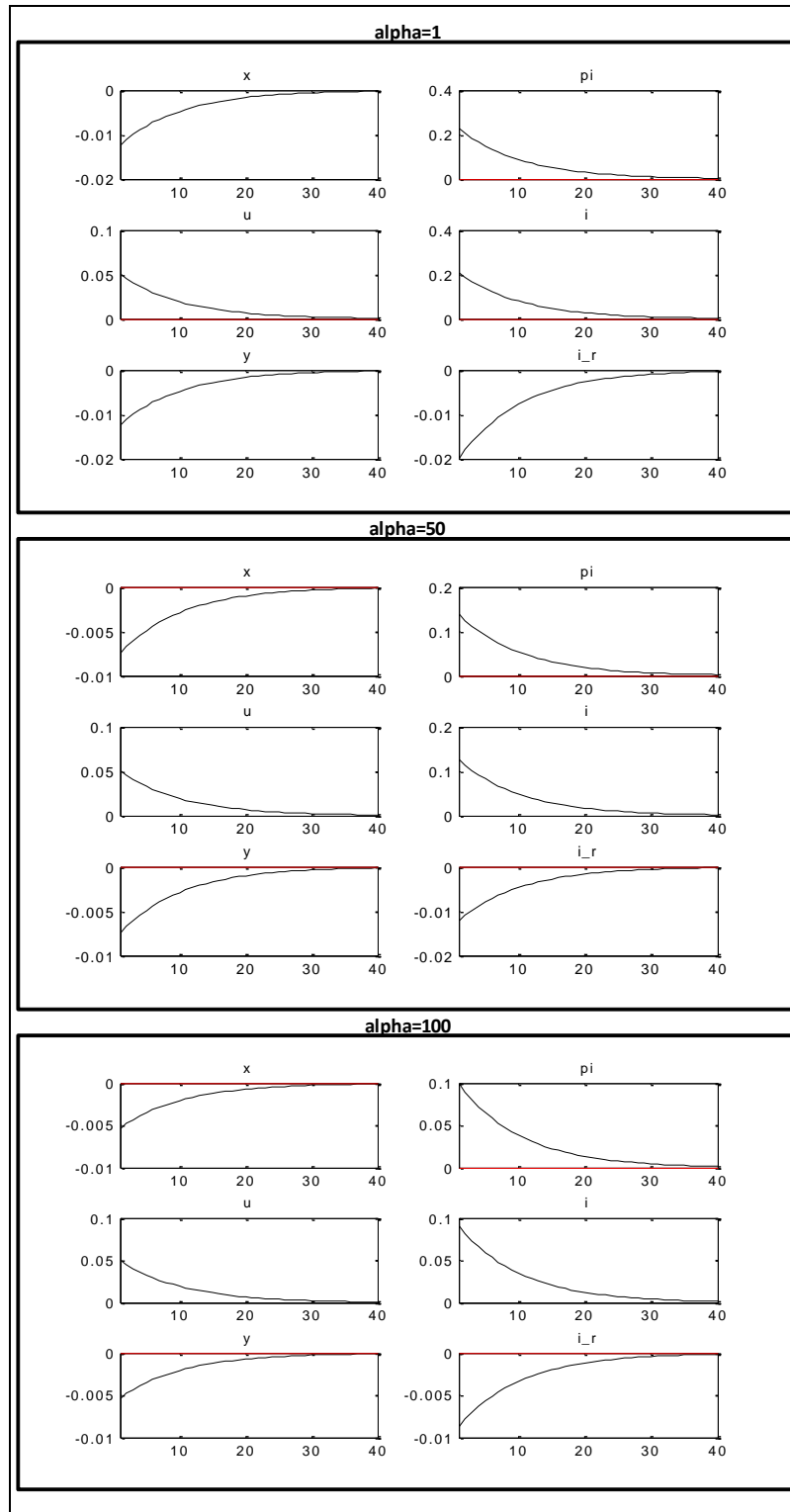
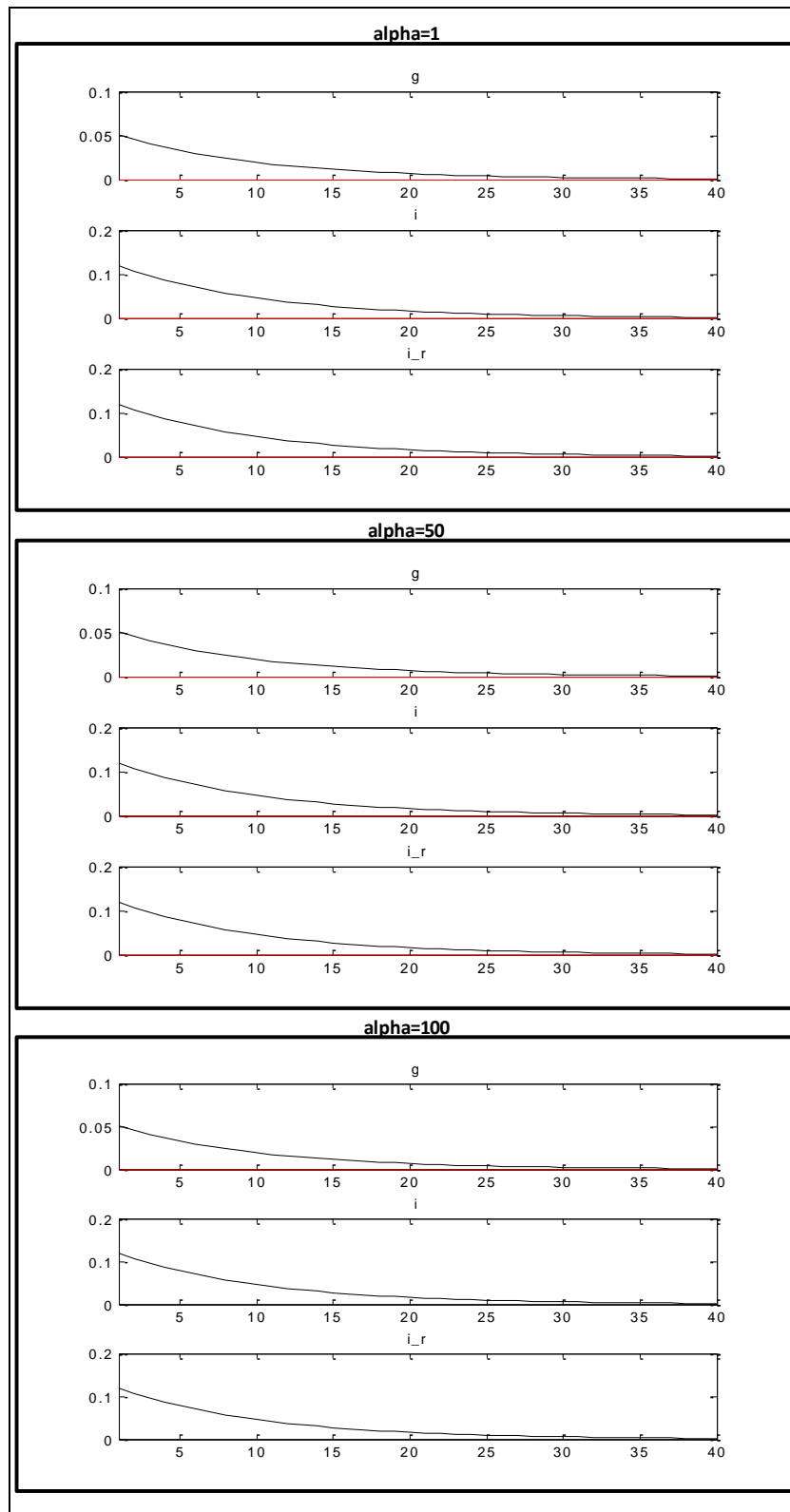


Figura 2. Funciones de Impulso respuesta ante un choque de demanda. Incremento del 5% en la desviación estándar de la demanda

Política Monetaria Óptima bajo discreción



5.3 Economía Cerrada – Política Monetaria bajo Compromiso

Como se mencionó en la sección 2., el modelo de política monetaria bajo compromiso se diferencia del modelo bajo discreción en que el banco central escoge un plan para la tendencia de las tasas de interés que seguirá para siempre y es simplemente el compromiso del banco central lo que hace que la política sea creíble en el equilibrio.

Bajo este escenario el banco central le otorga un menor peso a las desviaciones del producto que el que le otorgaría si operara de forma discrecional, o lo que es lo mismo, le otorga a la inflación un costo mayor del que socialmente tiene. En términos de las ecuaciones este resultado implica principalmente que: $\alpha^c = \alpha(1 - \beta\rho) < \alpha$.

5.3.1 Ecuaciones

Del conjunto de expresiones obtenidas en la sección anterior, las que agrupan las principales relaciones entre variables económicas claves para el análisis de política monetaria son las que se relacionan a continuación:

$$x_t^c = -\frac{\lambda}{\alpha^c} \pi_t^c \quad (1')$$

$$\pi_t^c = \frac{\alpha^c}{\lambda^2 + \alpha^c(1 - \beta\rho)} u_t \quad (2')$$

$$x_t^c = -\frac{\lambda}{\lambda^2 + \alpha^c(1 - \beta\rho)} u_t \quad (3')$$

$$i_t = \left(1 + \frac{(1 - \rho)\lambda}{\rho\varphi\alpha^c}\right) \rho\alpha^c q u_t + \frac{1}{\varphi} g_t \quad (4')$$

$$x_t^c = y_t - z_t \quad (5')$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \hat{u}_t \quad (6')$$

$$g_t = \mu g_{t-1} + \hat{g}_t \quad (7')$$

5.3.2 Parámetros y valores de Estado Estacionario

Los parámetros utilizados en este modelo son los mismos utilizados para el escenario bajo discreción excepto por α^c que varía conforme varía α , bajo la relación: $\alpha^c = \alpha(1 - \beta\rho) < \alpha$. Al cambiar α^c cambia también el valor de λ y el de u . A continuación en el Cuadro 5 los valores utilizados para esta calibración:

Cuadro 5. Parámetros y valores de estado estacionario en modelo de economía cerrada y política monetaria bajo Compromiso

Variable/Parámetro	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Fuente
α^c	0.21619	10.8095	21.6190	Supuesto
β	0.8709	0.8709	0.8709	Bejarano (2005)
φ	0.4200	0.4200	0.4200	Prada y Rojas (2009)
Λ	0.0116231	0.5811559	1.1623118	Cálculos propios
ρ y μ :	0.900	0.900	0.900	Supuesto
π	9.30%	9.30%	9.30%	Series Banco de la República
i	13.82%	13.82%	13.82%	Series Banco de la República
y	81.471,3064	81.471,3064	81.471,3064	Series Banco de la República
z	81.471,3115	81.471,3115	81.471,3115	Cálculos propios
x	-0.005	-0.005	-0.005	Cálculos propios
u	0.02016379	0.02301145	0.02591723	Cálculos propios
g	-0.3624	-0.3624	-0.3624	Cálculos propios

5.3.3 Análisis Impulso-Respuesta

El escenario de la política monetaria óptima bajo compromiso se simuló también para tres valores de α : 0.21619, 10.895 y 21.619 que corresponden a 1, 50 y 100 en el escenario bajo discreción, respectivamente.

Cuando $\alpha^c = 0.21619$ ($\alpha = 1$), la autoridad monetaria le está otorgando un peso 78% más bajo que el otorgado en el primer escenario de la simulación bajo discreción. En este caso, un incremento del 5% en la inflación de costos genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en un poco más de un 20%. La autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal en cerca del 20% y como resultado la brecha del producto y el producto real se reducen un poco más del 1%. La tasa de interés real se reduce un 2%; de ahí en adelante todas las variables convergen a sus valores de estado estacionario en el largo plazo.

El resultado descrito en el párrafo anterior es exactamente igual al obtenido en el caso bajo discreción cuando $\alpha = 1$. Este resultado permite inferir que el banco central de este modelo reacciona de la misma forma tanto cuando el producto y la inflación tienen el mismo peso, como cuando se le otorga un mayor peso a la inflación. Esto debido a que, dado que su política monetaria se enmarca en el esquema de inflación objetivo, bajo compromiso resulta conveniente otorgarle a la inflación un mayor peso social del que realmente tiene.

Cuando $\alpha = 10.895$, el choque de oferta simulado genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en el 20%. El banco central reacciona incrementando la tasa de interés nominal en cerca del 20% y como resultado la brecha del producto y el producto real se reducen un 1%. La tasa de interés real se reduce un 1.8%, y en el largo plazo las variables tienden a sus valores de estado estacionario.

Si se compara el resultado descrito en el párrafo anterior, con el obtenido en el escenario bajo discreción cuando $\alpha = 50$, se observa que bajo compromiso, y ante el mismo choque, la autoridad monetaria reacciona de forma más agresiva (incrementa la tasa de interés nominal 6 puntos más de lo que lo hace bajo discreción) permitiendo a su vez mayor volatilidad del producto (la brecha del producto y el producto real se reducen 0.25% más que en el caso bajo discreción), lo que evidencia nuevamente que el banco central le está otorgando al incremento en la inflación un mayor costo social del que realmente tiene, a expensas del producto.

Cuando $\alpha = 21.619$, el choque de oferta simulado genera en el primer periodo un crecimiento de la inflación en alrededor del 19%. La autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal en alrededor el 18% y como resultado la brecha del producto y el producto potencial se reducen un poco menos del 1%. La tasa de interés real se reduce 1.6% y todas las variables tienden a sus valores de estado estacionario en el largo plazo.

Al igual que en el escenario 2 bajo compromiso, si se compara el resultado descrito en el párrafo anterior con el obtenido en el escenario bajo discreción cuando $\alpha = 100$, se observa que bajo compromiso, y ante el mismo choque, la autoridad monetaria reacciona de forma más agresiva con la tasa de interés permitiendo a su vez mayor volatilidad del producto.

De manera análoga al caso bajo discreción se evidencia que en presencia de un choque de oferta, la autoridad monetaria se enfrenta a un *trade off* entre producto e inflación. Asimismo, para todos los valores de α , la autoridad monetaria reacciona al choque de oferta incrementando la tasa de interés nominal generando leves reducciones en el producto y la brecha. De igual forma, ante el choque de oferta, la autoridad monetaria está ajustando las tasas de interés reales para acomodar el choque.

La Figura 4 muestra los resultados bajo compromiso de una política monetaria que enfrenta una presión inflacionaria proveniente de un choque de demanda. Como era de esperarse, el resultado obtenido es exactamente igual al resultado bajo discreción para todos los valores del parámetro α . Para todo valor de α , ante un incremento en la inflación generado por motivos de demanda, la autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal en más del 10%. Por tanto, y conforme a Clarida, Galí y Gertler (1999), la política monetaria de esta economía ajusta las tasas de interés reales para perfectamente contrarrestar los choques de demanda¹².

¹² Se realizó el ejercicio de calibración para una economía cerrada en el escenario bajo discreción con una regla de tasa de interés tipo Taylor convencional de la forma: $i_t - \pi_t = b(\pi_t - \pi^*) + c(\ln Y_t - \ln Y_t^*)$ con $b = \left(1 + \frac{(1-\rho)\lambda}{\rho\phi\alpha}\right)$, $c = \frac{1}{\phi}$, $\ln Y_t - \ln Y_t^* = x_t$ y $\pi^* = 0$. La principal diferencia entre el resultado obtenido con esta simulación y el que se mostró en las secciones anteriores con una regla de interés tipo Taylor bajo los supuestos de Clarida, Galí y Gertler, es que ante un choque de oferta que incremente la inflación por encima de su meta, la autoridad monetaria reacciona incrementando la tasa de interés nominal más que proporcional en relación con el incremento de la inflación a fin de incrementar la tasa de interés real y contrarrestar los efectos de la mayor inflación. Dado que esta regla de tasa de interés no depende de los choques que puede haber sobre la demanda (g_t), los choques de demanda no generan reacción de parte del banco central. Las funciones impulso-respuesta derivadas de esta simulación se encuentran en el ANEXO 1.

**Figura 3. Funciones de Impulso respuesta ante un choque de oferta.
Incremento del 5% en la desviación estándar de la inflación de costos**

Política Monetaria Óptima bajo compromiso

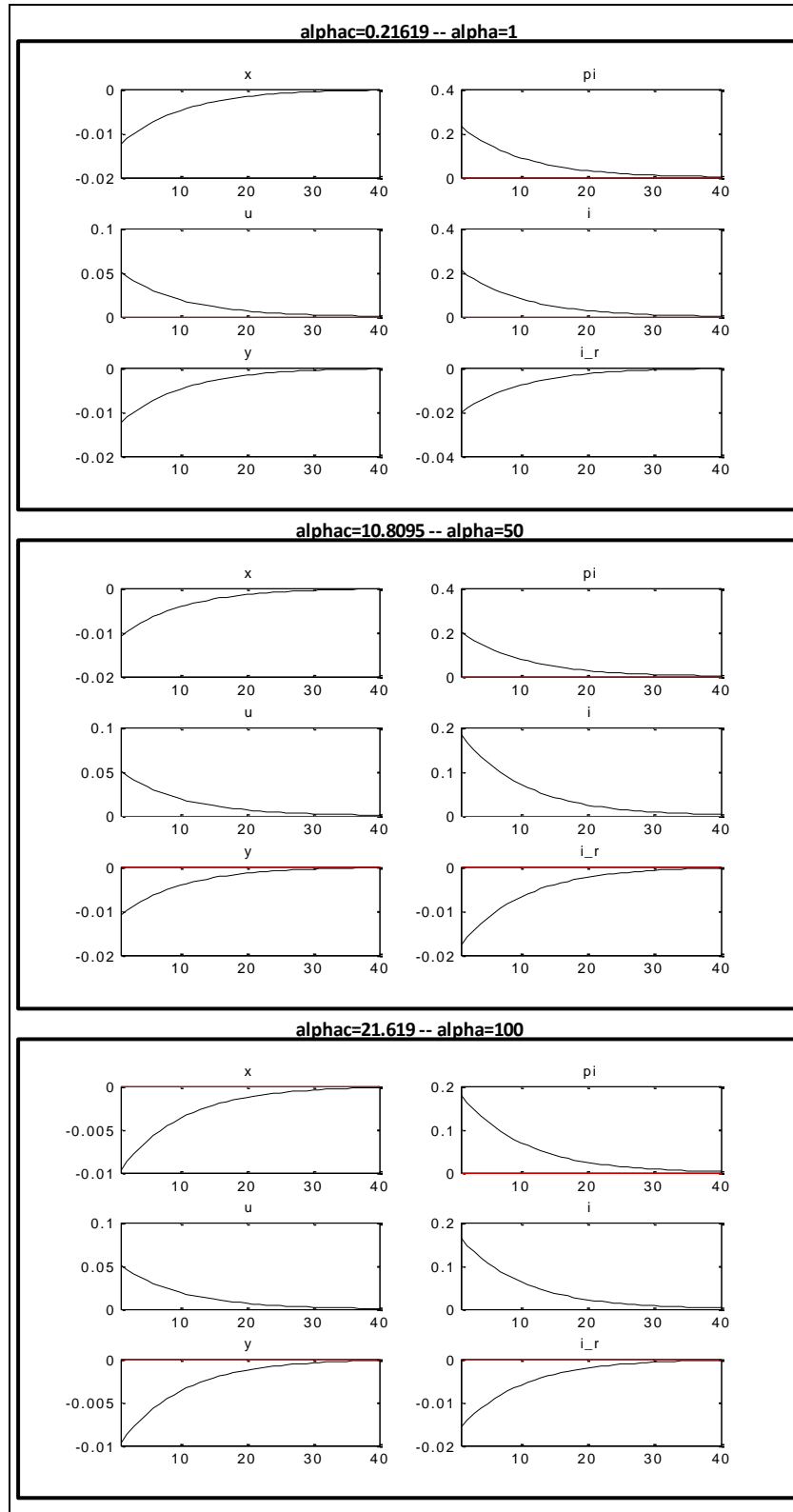
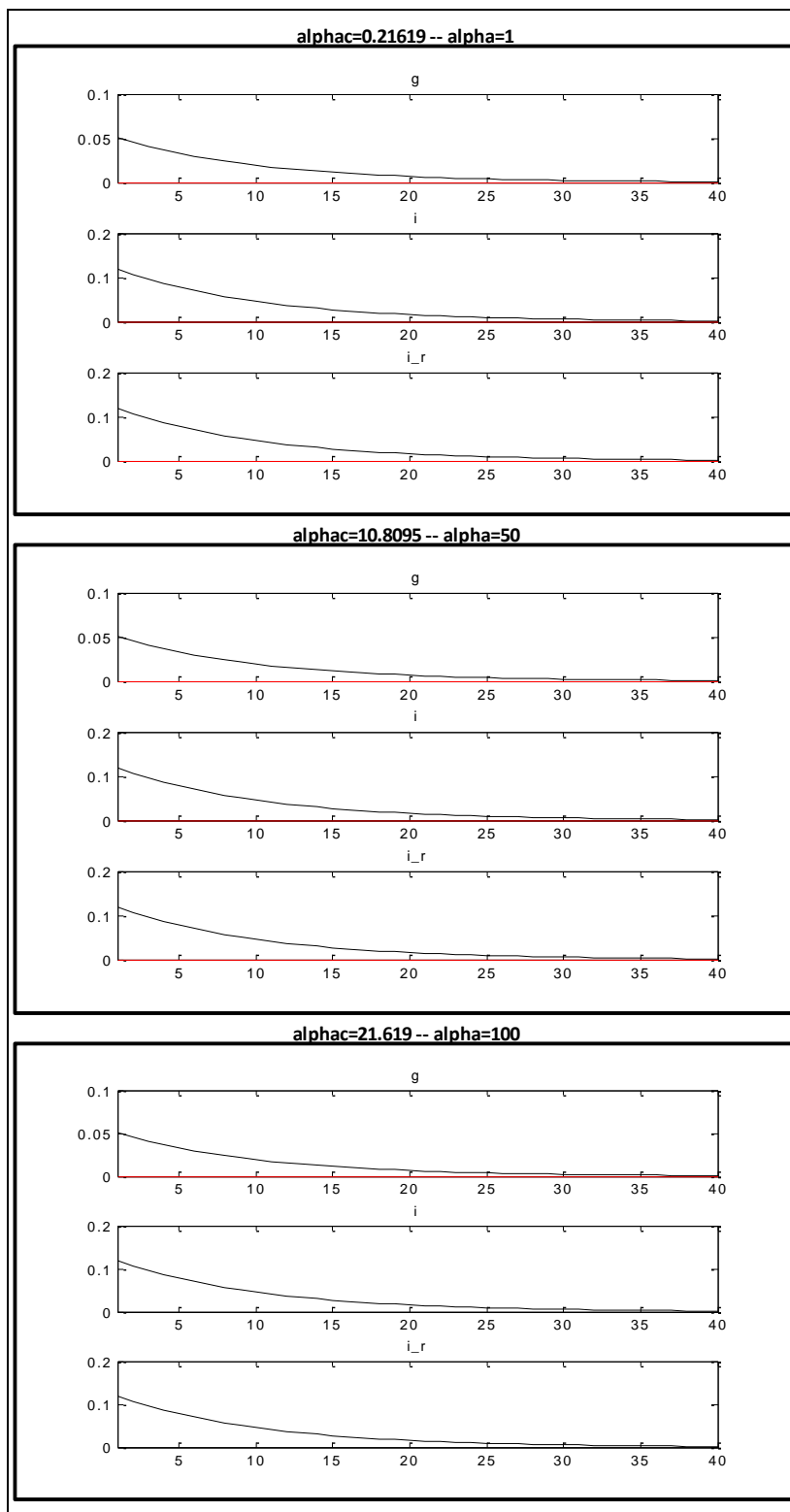


Figura 4. Funciones de Impulso respuesta ante un choque de demanda. Incremento del 5% en la desviación estándar de la demanda

Política Monetaria Óptima bajo compromiso



6. Conclusiones y Recomendaciones

La hipótesis que se planteó en esta investigación es que para el caso de la economía colombiana, en donde la política monetaria se enmarca en el esquema de inflación objetivo y por tanto el ancla nominal es la meta de inflación, el margen de maniobra de la autoridad monetaria se ve restringido cuando diversos choques y/o factores perturban el curso normal de las variables económicas, generan efectos sobre la inflación e impactan la actividad económica real.

Los resultados obtenidos para la política monetaria en Colombia en el periodo que va desde el tercer trimestre de 1995 hasta el tercer trimestre de 2010, permiten corroborar esta hipótesis ya que ante choques positivos de oferta, traducidos en un incremento de la inflación de costos, se evidenció para Colombia que la autoridad monetaria podía reducir la brecha del producto sólo a expensas de una mayor inflación.

La agresividad con la que se redujo la brecha del producto dependió en todos los casos, tanto en el escenario de política monetaria bajo compromiso como bajo discreción, del peso otorgado a las desviaciones del producto dentro de la función de pérdidas del banco central. La principal diferencia que se encontró en el escenario bajo compromiso frente al escenario bajo discreción, es que, tal como lo anticiparon Clarida, Galí y Gertler (1999), el asignar un mayor peso a las desviaciones de la inflación del que socialmente tiene genera variaciones más significativas tanto en brecha del producto como en tasa de interés.

Los resultados obtenidos con el modelo calibrado en esta tesis permiten inferir que la política monetaria en Colombia, en un escenario de economía cerrada, se comporta de manera óptima no sólo por tener como ancla nominal la meta e inflación, sino por saber distinguir la naturaleza de los choques al producto y acomodar perfectamente los choques de oferta, pero contrarrestar los choques de demanda.

Si bien el modelo de política monetaria propuesto en esta tesis está aún alejado, en términos técnicos, del que en realidad utiliza la autoridad monetaria en Colombia y además la regla de tasa de interés utilizada no es la regla de política del Banco de la República, la calibración del modelo de Clarida, Galí y Gertler (1999) a través de la metodología de modelación DSGE y con parámetros para la economía colombiana que se realizó en esta tesis, es única dentro de los estudios conocidos que se hayan derivado de la investigación de estos autores no solo a nivel internacional sino en el caso

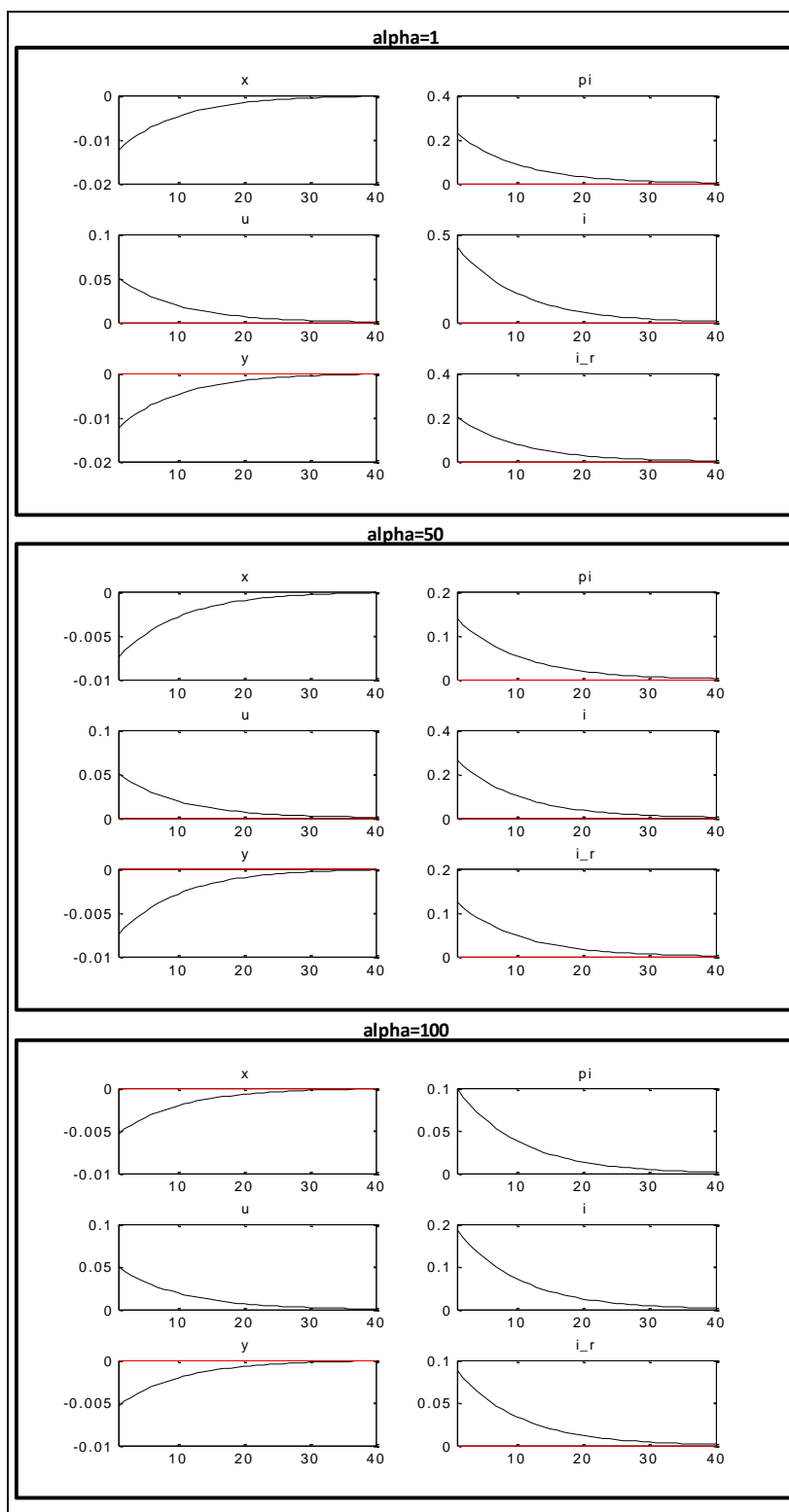
colombiano. Por tanto la presente investigación se constituye como un aporte fundamental en el análisis de la política monetaria bajo el paradigma que durante el siglo XXI ha estado a la vanguardia.

Queda como tema abierto para una futura investigación la elaboración de esta simulación y calibración en el escenario de economía abierta. Dentro de toda la gama de modelos que se calibraron para obtener los resultados expuestos, se simuló una economía pequeña y abierta bajo el esquema planteado en la sección 3 de este documento. El principal resultado que se obtuvo, y que no se presenta en este documento por implicar un tratamiento más detallado de precios internacionales que supera el alcance de esta investigación, es que un choque internacional positivo permite evidenciar en el caso colombiano cómo la regla de tasa de interés de la autoridad monetaria responde de manera inmediata a los movimientos en el mercado internacional, en este caso un incremento de la tasa de interés externa. Más allá del resultado común que proviene de la interpretación macroeconómica general, lo que este hallazgo muestra para los objetivos de esta tesis es que los choques internacionales impactan de manera representativa el curso de la política monetaria y dependiendo del ajuste de precios de la economía impactan el resultado real.

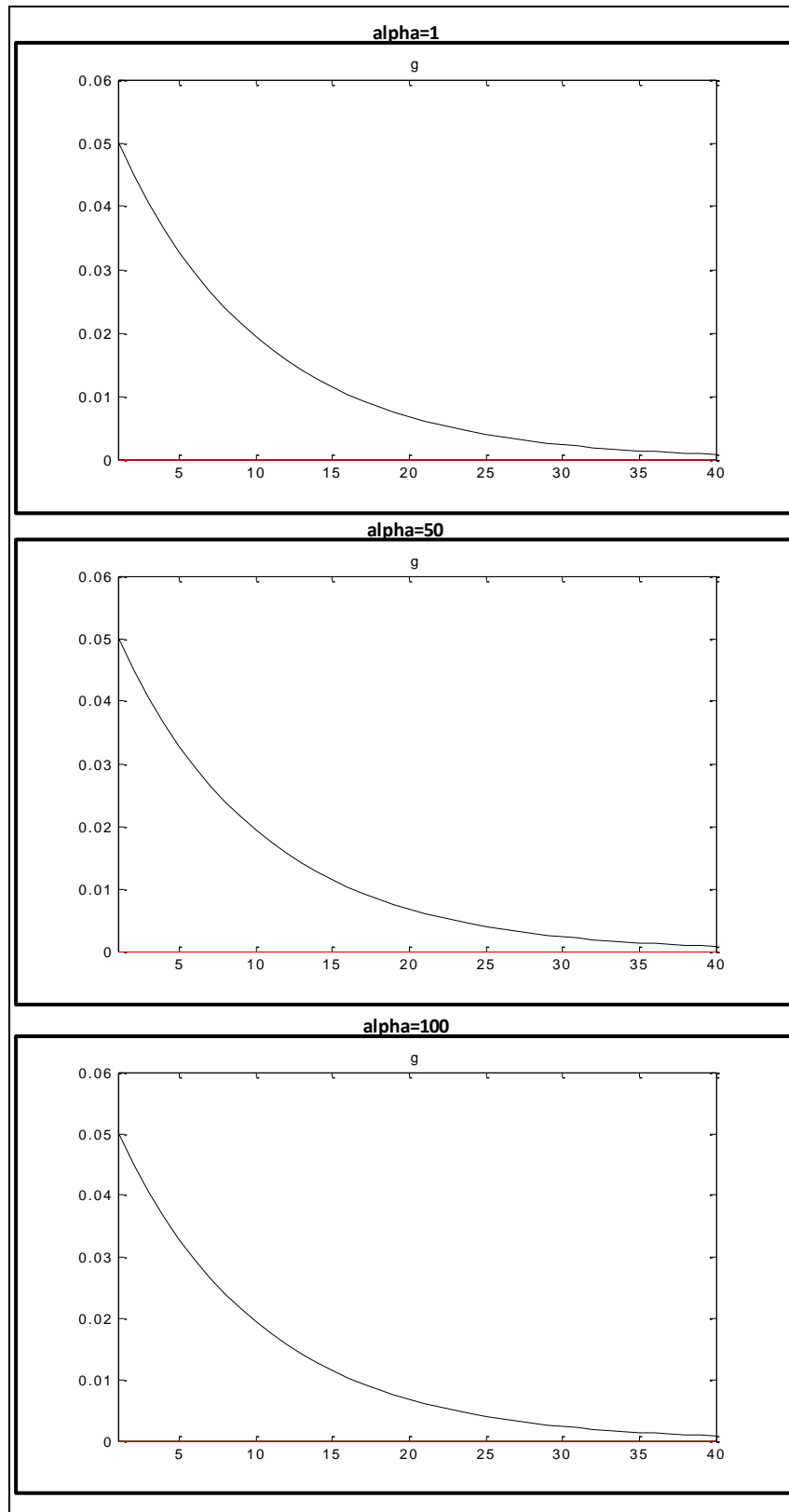
Anexo A: Funciones de Impulso Respuesta

Funciones de Impulso respuesta ante un choque de oferta. Regla de interés Tipo

Taylor convencional



**Funciones de Impulso respuesta ante un choque de demanda. Regla de interés
Tipo Taylor convencional**



Bibliografía

Adjemian, S., M. Darracq, y Stéphane Moyen (2007). “Optimal Monetary Policy in an estimated DSGE for the euro area”. Working Paper Series No. 803. European Central Bank, 2007.

Adolfson, M., S. Laséen, J. Lindé y L. Svensson (2009). “ Monetary Policy Trade-Offs in an Estimated Open-Economy DSGE Model”. Sveriges Riskbank and the Federal Reserve Board, 2009.

Avouyi y Matheron (2005). Interactions between business cycles, financial cycles and monetary policy: stylised facts - BIS Papers No 22, part 16 April 2005 <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap22p.pdf>

Barrera, A. y L. Hernández (2009). “Dynare”. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Unidad de Informática y Comunicaciones. Bogotá D.C, Diciembre 2009.

Bejarano R., Jesus Antonio (2005). “Estimación estructural y análisis de la curva de Phillips neokeynesiana para Colombia”. Ensayos sobre política económica. Revista ESPE, No. 48 Junio 2005. Banco de la República. Pág 64-117.

Bonaldi, P., A. Gonzalez y D. Rodríguez (2010). “Importancia de las Rigideces nominales y reales en Colombia: un enfoque de equilibrio general dinámico y estocástico”. Borradores de Economía No. 591. Banco de la República, 2010.

Canzoneri, M., R. Cumby y B. Diva (2003) . “Recent Developments in the macroeconomic stabilisation literature: is price stability a good stabilisation strategy?”. Dynamic Macroeconomic Analysis: Theory and Policy in General Equilibrium. Cambridge University Press.

Chadja, J., y C. Nolan (2003). "On the interaction of monetary and fiscal policy". *Dynamic Macroeconomic Analysis: Theory and Policy in General Equilibrium*. Cambridge University Press.

Christiano, L., M. Trabandt, y K. Walentin (2010). "DSGE Models for Monetary Policy Analysis". *Handbook of Monetary Economics*. M. Friedman y M. Woodford, 2010.

Clarida Richard (2001). *The Empirics of Monetary Policy Rules in Open Economies*. National Bureau of Economic Research. Working Paper 8603
<http://www.nber.org/papers/w8603>

Clarida, R., J. Gali and M. Gertler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective," *Journal of Economic Literature*, December 1999.

Clarida, R., J. Gali and M. Gertler (2000), "Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Theory and Evidence," *Quarterly Journal of Economics*, January 2000.

Clarida, R., J. Gali and M. Gertler (2001), "Optimal Monetary Policy in Closed vs Open Economies: An Integrated Approach," *American Economic Review Papers and Proceedings*, May 2001.

Da Silveira, Marco Antonio C. (2006). "A small open economy as a limit case of two-country new keynesian DSGE model: a bayesian estimation with brazilian data". *Texto para Discussao No. 1252 a*. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada, IPEA. Ministerio de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006.

Escudé, Guillermo (2008). "Modelos de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (EGDE): una introducción". *Ensayos Económicos*. Banco Central de la República Argentina, Investigaciones Económicas.

Galvis, Juan Camilo (2010). "Aproximación alterna a la curva de Phillips". *Ensayos de Economía No. 35* Julio/Diciembre de 2009.

Goodfriend, M., y R. King (1997). "The Neoclassical Synthesis and the role of Monetary Policy". *NBER Macroeconomics Annual 1997*, Volume 12.

Goodfriend, Marvin (2002). “Monetary Policy in the New Neoclassical Synthesis: A Primer”. Federal Reserve Bank of Richmond. September 2002.

Jakab, M., H. Kucsera, K. Szilágyi y B. Világi (2010). “Optimal simple monetary policy rules and welfare in a DSGE Model for Hungary”. MNB Working Papers. Magyar Nemzeti Bank, 2010.

Jesper Linde (2003). “Monetary Policy Shocks and Business Cycle Fluctuations in a Small Open Economy: Sweden 1986-2002”, Sveriges Riskbank, Working Paper Series, November 2003.

King, R., y A. Wolman (1999). “What should monetary policy do when prices are sticky?”. Monetary Policy Rules. University of Chicago Press, January 2009, pages 349-404. <http://www.nber.org/chapters/c7420>

López, M., y J. Prada (2009). “Optimal Monetary Policy and Asset Prices: the case of Colombia”. Borradores de Economía No. 583. Banco de la República, 2009.

Mahadeva, L., y J. Gomez (2009). “The international cycle and Colombian monetary policy”. Borradores de Economía. No. 557. Banco de la República, 2009.

Marfan, M., J. Medina y C. Soto (2008). “Exceso de Optimismo, ciclos de auge/caída y política monetaria en economías pequeñas y abiertas”. Banco Central de Chile. *Monetary Policy under Uncertainty and Learning*, chapter 14, pages 563-600, 2009 http://www.bcentral.cl/estudios/banca-central/pdf/v13/Vol13_563-600.pdf

McCallum, B. y E. Nelson (1999). “An Optimizing IS-LM Specification for Monetary Policy and Business Cycle Analysis”. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol 31, No. 3, Part 1, (Aug., 1999), pp 296-316.

Parra A., Juan Carlos (2009). “Hechos estilizados de la economía Colombiana: Fundamentos empíricos para la construcción y evaluación de un modelo DSGE”. Borradores de Economía No. 509. Banco de la República, 2009.

Prada, J., y L. Rojas (2009). “La Elasticidad de Frisch y la transmisión de la política monetaria en Colombia”. Borradores de Economía No. 555. Banco de la República.

Perez, Julian (2005). "Evaluación de reglas de tasas de interés en un modelo de economía pequeña y abierta". Borradores de Economía No. 385. Banco de la República, 2005.

Romer, David (2006). "Macroeconomía Avanzada" McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Tercera Edición. 2006.

Verona, F., M. Martins, y I. Drumond (2011). "Monetary Policy Shocks in a DSGE Model with a Shadow Banking System". CEF.UP Working paper. Centro de Economia e Finanças de UPorto, 2011.

