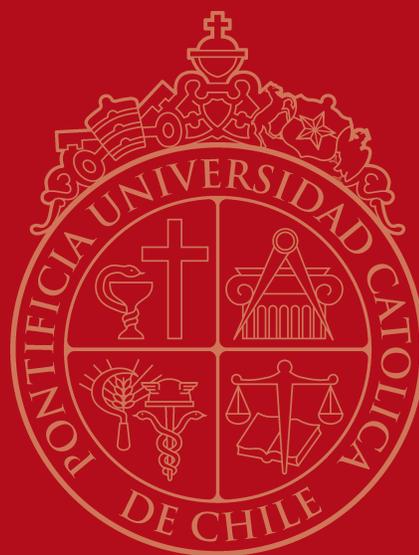


I N S T I T U T O D E E C O N O M Í A



T E S I S d e M A G Í S T E R

2015

Políticas Monetaria y Macroprudencial Óptimas Post Basilea III

Carlos Rojas Q.

www.economia.puc.cl



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA**

**TESIS DE GRADO
MAGISTER EN ECONOMIA**

Rojas, Quiroz, Carlos Armando Yuri

Diciembre, 2015



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA**

**POLÍTICAS MONETARIA Y MACROPRUDENCIAL ÓPTIMAS
POST BASILEA III**

Carlos Armando Yuri Rojas Quiroz

Comisión

Salvador Valdés
Klaus Schmidt-Hebbel
Raimundo Soto
Juan Urquiza

Santiago, diciembre de 2015

Políticas monetaria y macroprudencial óptimas post Basilea III

Carlos Rojas Quiroz
Pontificia Universidad Católica de Chile

Resumen

El presente trabajo estudia la interacción monetaria-macroprudencial óptima en una economía pequeña y abierta calibrada para Chile al enfrentarse a un choque de riesgo financiero, al estilo de [Christiano *et al.* \(2014\)](#). Se utiliza el modelo propuesto en [García-Cicco *et al.* \(2014\)](#), modificándolo para introducir un regulador bancario. Específicamente, se evalúa el efecto en el bienestar de utilizar un requerimiento de capital cíclico al estilo de lo propuesto en Basilea III y su relación con la tasa de interés de política monetaria en un contexto de estrés financiero. Los resultados muestran que la política monetaria no debe responder al crédito bancario debido a que incrementa los costos de la estabilización macroeconómica. Además, la introducción del componente cíclico del requerimiento de capital genera ganancias de bienestar significativas respecto al régimen de Basilea II.

Clasificación JEL: E44, E52, G32.

Palabras clave: Shock de riesgo, política monetaria óptima, política macroprudencial óptima, Basilea III.

Este trabajo fue desarrollado en el Seminario de Tesis de Macroeconomía del Instituto de Economía UC. Deseo agradecer a los profesores Klaus Schmidt-Hebbel y Salvador Valdés Prieto, por su valiosa asesoría durante el proceso de elaboración del presente documento, y al Ministerio de Educación del Perú por el financiamiento para seguir mis estudios de postgrado. Como es común, cualquier error u omisión es de mi completa responsabilidad. E-mail de contacto: carojas20@uc.cl

Índice

1. Introducción	2
2. Revisión de literatura	7
3. El modelo	13
3.1. Hogares	16
3.2. Firms	18
3.3. Empresarios	21
3.4. Bancos	23
3.5. Política económica	26
3.6. El resto del mundo	27
3.7. Agregación y equilibrio de mercado	28
3.8. Procesos exógenos	28
3.9. Evaluación de bienestar de reglas de política	29
3.10. Calibración y simulaciones	30
4. Resultados	33
4.1. Búsqueda de parámetros óptimos	33
4.2. Ranking de bienestar y mecanismo de transmisión del choque de riesgo financiero	37
4.3. Análisis de sensibilidad	48
5. Conclusiones	51
A. Condiciones de equilibrio	58
A.1. Hogares	58
A.2. Firms	59
A.3. Empresarios	60
A.4. Bancos	61
A.5. Política económica	62
A.6. El resto del mundo	62
A.7. Agregación y equilibrio de mercado	62
A.8. Procesos exógenos	62
B. Estado estacionario	63
C. Bancos como en Gertler y Karadi (2011)	65
D. Gráficos y tablas adicionales	67
D.1. Calibración del modelo DSGE	67
D.2. ¿Por qué la regla monetaria no debe responder a un indicador financiero?	68

1. Introducción

La crisis financiera internacional de los años 2008-2009 remeció no sólo los cimientos de la economía mundial; también desafió los conocimientos académicos y de políticas públicas sobre la materia. En el ámbito académico, las críticas hacia la macroeconomía se centraron en el poco énfasis puesto en el análisis del sector financiero y su interrelación con el sector real de la economía. A partir de ello, se han ido publicando trabajos que, de forma cada vez más elaborada, proponen la implementación de sectores financieros (o bancarios) explícitos en el entorno común de un modelo nekeynesiano. Por el lado de las políticas públicas, el objetivo fue (y sigue siendo) reformar la regulación financiera, hasta entonces con marcado carácter microprudencial, para dar paso a un esquema que tome en cuenta no sólo la performance individual de cada banco, sino también los riesgos sistémicos. De este debate, todavía inconcluso, parte el interés sobre políticas macroprudenciales en el marco del nuevo esquema de Basilea III y su interacción con otras políticas, principalmente la monetaria.

La política macroprudencial se define, de acuerdo a [Brockmeijer et al. \(2011\)](#), como el conjunto de herramientas que previenen la acumulación de riesgo sistémico y combaten el carácter procíclico de diversas variables financieras, de tal manera que se “suavice” el efecto de algún *shock* sobre el comportamiento macroeconómico y se preserve la estabilidad financiera. Como se menciona en [Galindo et al. \(2012\)](#), la política macroprudencial se enfoca en la minimización de los costos de choques financieros bajo el supuesto que el riesgo agregado se origina del comportamiento colectivo de las instituciones financieras¹. Respecto a Basilea III², es importante mencionar que, en diciembre de 2010, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (CSBB) propuso una serie de medidas para incrementar la solidez del sistema financiero a través del documento *Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios*, con recomendaciones sobre el capital bancario, la gestión de la liquidez y la administración del riesgo sistémico. La particularidad en estas propuestas se basa en una regulación más estricta respecto a la calidad y a la cantidad del capital bancario. Si se com-

¹Si se desea profundizar en lo que representa la política macroprudencial y su ámbito de acción, véase [Bank of England \(2009\)](#) y [Galati y Moessner \(2013\)](#).

²La primera serie de recomendaciones, llamada Basilea I, surgió en 1988 y tuvo como énfasis la incorporación de medidas de riesgo de crédito. Posteriormente, en 1996, se incorporó el riesgo de mercado (por concepto de tasas de interés, precios de acciones y materias primas, y tipo de cambio). En 2004, se instauró Basilea II, trayendo consigo mejoras en la medición del riesgo de crédito y mayor flexibilidad para que los bancos elijan el modelo adecuado para el cálculo de la suficiencia de capital (modelos estandarizados o internos), además de añadir el riesgo de tipo operacional. Finalmente, en 2010 se presentaron las nuevas medidas de Basilea III, cuyo énfasis fueron la mejora de la calidad y cantidad del capital bancario, además de incorporar requerimientos de capital por riesgo sistémico, mediciones de liquidez de corto y largo plazo, y consideraciones a los gobiernos corporativos. Fuente: [Rojas-Suarez \(2015\)](#).

para con Basilea II, donde el requerimiento mínimo de capital bancario es del 8% de los activos ponderados por riesgo, con Basilea III se propone, además de una mayor rigurosidad para medir el capital bancario, un *buffer* de conservación del 2,5% que permita a la autoridad reguladora intervenir un banco en problemas en forma temprana³ y un componente cíclico, entre 0% – 2,5%, que se activa en “épocas buenas” de la economía y se desactiva en épocas recesivas⁴. En ese sentido, implementar Basilea III implica un incremento del tope regulatorio del capital bancario del 8% actual hasta, al menos, 10,5%. Algunos países de la región han venido implementado este nuevo marco regulador, siendo Brasil, Colombia, México y Perú parte de ese proceso (véase el cuadro 1, donde se muestra las políticas monetarias-macropрудenciales implementadas en economías de la región desde 2008). En el caso de Chile, existe un debate en ciernes sobre la implementación de las recomendaciones de Basilea III, pues ello exige modificaciones a la Ley General de Bancos. Actualmente el sistema bancario chileno permite un capital mínimo bancario de al menos el 8% de los activos ponderados por riesgo, más cargos de capital por concepto de riesgo de mercado y riesgo operacional, el cual es complementado con medidas adicionales⁵ cercanas a las propuestas de Basilea III y una regulación microprudencial estricta, aunque aún no cuenta con un componente regulatorio cíclico⁶. Con todo ello, el sistema bancario chileno es uno de los más sólidos de la región.⁷

Es en este contexto en el que se hace necesario evaluar cuáles serían los efectos macroeconómicos de la implementación del régimen regulatorio de Basilea III y su interacción con otras políticas, principalmente la monetaria. En relación al uso del instrumental monetario para luchar contra la inestabilidad financiera, el debate se ha centrado en lo que se denomina una conducta de “ir contra el viento” (*leaning against the wind*). Es decir, la tasa de

³Véase [Banco Santander Chile \(2014\)](#) para una mayor explicación al respecto.

⁴La propuesta de Basilea III también considera un *buffer* de 2,5% para entidades de importancia sistémica (*too big to fail*) que se omite en el contexto del análisis aquí realizado.

⁵Como pruebas de tensión bancaria y utilización de modelos de calificación interna de riesgo para el cómputo de pérdidas esperadas.

⁶En [Rojas-Suarez \(2015\)](#) se realiza un ejercicio de simulación preliminar donde se muestra que el sistema bancario chileno en su conjunto no tendría problemas en cumplir con el tope fijo del ratio Patrimonio/Activos ponderadores por riesgo propuesto en Basilea III (10,5%), aunque se debe tomar en cuenta su cronograma de implementación y la heterogeneidad entre bancos.

⁷Así lo confirman, por ejemplo, las sucesivas evaluaciones realizadas por el Fondo Monetario Internacional, en el marco consultivo del artículo IV, para Chile. Inclusive alrededor de los años 2008-2009, aún con los efectos de la crisis financiera internacional, la regulación del sistema bancario chileno fue elogiada por “*augmentar la vigilancia de la calidad de los activos, liquidez y gestión de riesgo de la banca, así como su labor para fortalecer el marco de resolución de situaciones de stress en la banca*” y por “*la solidez del marco prudencial y de supervisión y por el avance de las reformas encaminadas a profundizar los mercados nacionales de capital*”. Véase [Fondo Monetario Internacional \(2008\)](#) y [Fondo Monetario Internacional \(2009\)](#), respectivamente.

Cuadro 1: Política monetaria-macroprudencial implementada desde la crisis financiera en países de la región con régimen monetario de metas de inflación.

Política	Brasil	Chile	Colombia	Perú	México	Uruguay ^a
<i>Política monetaria</i>						
Tasa de interés	✓	✓	✓	✓	✓	
Política de encajes	✓	✓	✓	✓		✓
<i>Política cambiaria</i>						
Intervención cambiaria ^b	✓			✓	✓	✓
<i>Política macroprudencial</i>						
Provisiones dinámicas		✓	✓	✓	✓	✓
Req. de capital contracíclico				✓		
Límites al ratio PV ^c o DI ^d	✓	✓	✓	✓		
<i>Coordinación multisectorial</i>						
Comité de estabilidad financiera	✓	✓			✓	✓

Tomado de [Castillo y Contreras \(2010\)](#), [Castillo et al. \(2011\)](#), [Jácome \(2013\)](#) y [Ruiz et al. \(2014\)](#).

^aUruguay tiene como instrumento monetario al agregado M1.

^bPrincipalmente en economías con alta dolarización. Su ejecución se basó en la venta directa de moneda extranjera o la emisión de títulos indexados, con la finalidad de evitar depreciaciones abruptas de la moneda doméstica. Esta respuesta fue posible gracias a una elevada disponibilidad de liquidez internacional, que permitió a los bancos centrales enfrentar tanto salidas de capitales, y el recorte de financiamiento a bancos locales, como presiones depreciatorias abruptas. Tomado de [Castillo y Contreras \(2010\)](#).

^cPréstamo-Valor.

^dDeuda-Ingreso.

interés no sólo respondería a variaciones de la inflación respecto a su meta o al crecimiento del PIB, sino también a variaciones del crédito bancario. En este debate, el Banco de Pagos Internacionales se muestra a favor del uso de la tasa de interés para combatir la inestabilidad financiera (véase en [Bank for International Settlements \(2014\)](#)), en tanto que *policy makers* como [Bernanke \(2015\)](#)⁸ y [Svensson \(2015\)](#) se muestran en contra del uso del instrumental monetario para lidiar con cuestiones financieras.

Para cumplir con el objetivo señalado, proponemos un análisis basado en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, que cuenta con los componentes necesarios para evaluar la relación entre el sistema financiero y la economía real. Específicamente, se evalúa si es conveniente una respuesta sistémica a las condiciones financieras por parte de la autoridad monetaria si la economía ya cuenta con un requerimiento de capital cíclico y se enfrenta a un choque financiero. Para ello, utilizamos el modelo expuesto en [García-Cicco et al. \(2014\)](#),

⁸Bernanke menciona que: “*como a los académicos (y ex académicos) nos gusta decir, se necesita más investigación sobre este tema. Pero los primeros resultados no favorecen la idea de que los bancos centrales deberían cambiar significativamente el uso de la tasa de interés para mitigar los riesgos de la (in)estabilidad financiera*”. Traducción propia.

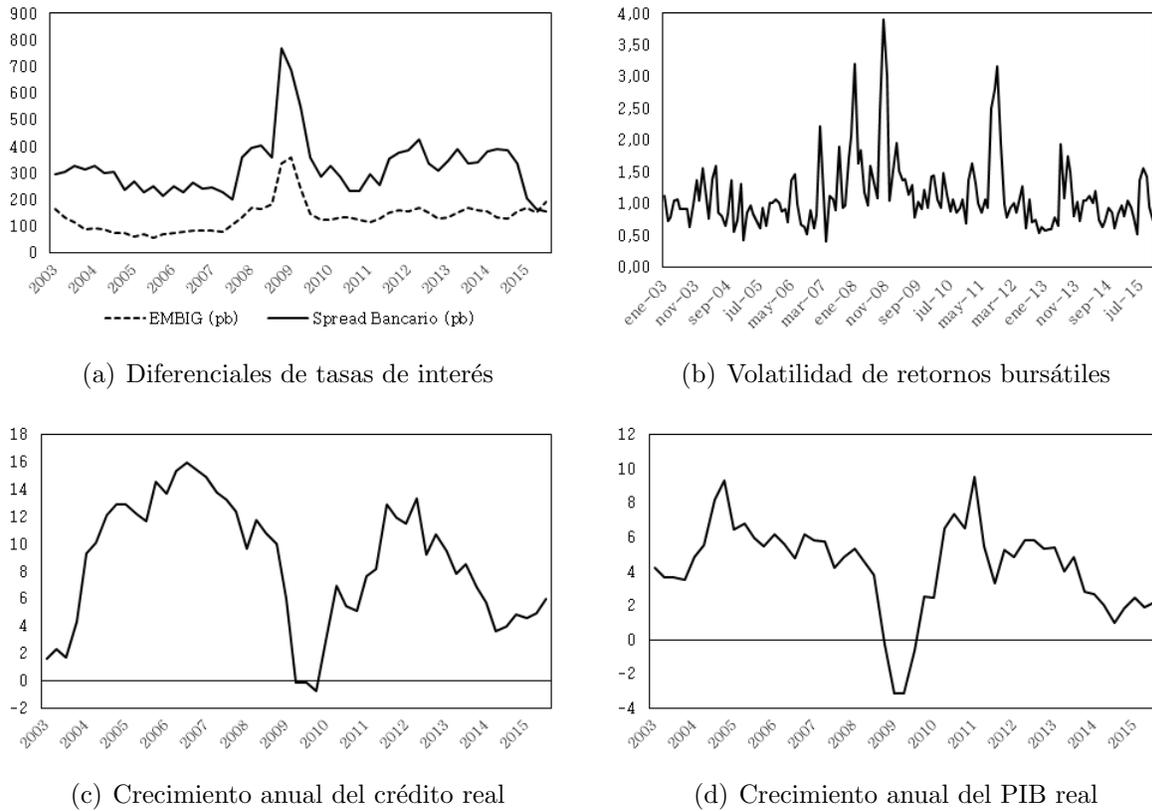
aunque con algunas modificaciones al sector bancario de la economía. Este modelo tiene la ventaja de introducir, en un esquema nekeynesiano estándar para economías pequeñas y abiertas, dos clases de fricciones financieras, que son el mecanismo del acelerador financiero como en [Bernanke *et al.* \(1999\)](#) y el problema de riesgo moral entre depositantes y banqueros desarrollado por [Gertler y Karadi \(2011\)](#).

Sin embargo, modificamos el modelo de [García-Cicco *et al.* \(2014\)](#) de dos formas que consideramos significativas: (i) la restricción a la expansión de los activos bancarios no se explica por la desconfianza de los depositantes ante el posible desvío de fondos, sino por la presencia de un regulador bancario con características macroprudenciales, que tiene como fin proteger a los depositantes por medio del aseguramiento de la estabilidad financiera. Para lograr esos fines, la política bancaria establece requerimientos mínimos de capital al estilo de Basilea III; (ii) los parámetros de la regla monetaria y macroprudencial son obtenidos mediante una búsqueda multidimensional que optimiza un indicador de bienestar, como en [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#). De esta forma, se evalúan diversos regímenes monetario-macroprudenciales óptimos en escenarios de estrés financiero desde el punto de vista de un hogar representativo, que puede ser diferente de la perspectiva de la autoridades de una institución burocrática. Además, la perturbación financiera considerada es un choque de riesgo al estilo de [Christiano *et al.* \(2014\)](#), que se interpreta como un incremento repentino en la probabilidad de *default* de los empresarios. De esta manera, tratamos de capturar la dinámica de las principales variables macroeconómicas de la economía chilena durante la crisis financiera de los años 2008-2009, a saber, incrementos en el costo de financiamiento bancario y en la prima de riesgo soberana, y caídas en el crédito bancario y el PIB (véase la figura 1).

De acuerdo a nuestro conocimiento, no existen estudios para economías pequeñas y abiertas que introduzcan los dos elementos anteriormente mencionados para analizar la interacción monetaria-macroprudencial. Por lo general, los estudios sobre *shocks* financieros en economías emergentes utilizan sólo la fricción propuesta por [Bernanke *et al.* \(1999\)](#). También implementan herramientas macroprudenciales de forma demasiado estilizada, lo que no permite diferenciar qué instrumento es el que opera (requerimientos de capital u otros instrumentos, como el ratio préstamo-valor, por ejemplo). Además, los análisis de políticas óptimas minimizan, por lo general, una función de pérdida *ad-hoc*, sin considerar indicadores de bienestar del consumidor. Asimismo, poco se conoce sobre el mecanismo de transmisión de un choque de riesgo financiero como el aquí implementado para economías pequeñas y abiertas.

El trabajo se divide en las siguientes secciones. En la sección 2 se revisa la literatura sobre modelos macrofinancieros y el estudio de la interacción de políticas monetarias y macroprudenciales. En la sección 3 se describe el modelo utilizado para el análisis propuesto, en tanto que la subsección 3.4 describe la forma como se introduce la política macroprudencial en el modelo. La sección 4 muestra los resultados del trabajo, tanto en la búsqueda de parámetros óptimos como el *ranking* de bienestar, el mecanismo de transmisión del choque de riesgo financiero y, finalmente, un análisis de sensibilidad. La sección 5 concluye.

Figura 1. Indicadores macrofinancieros para Chile, 2003-2015



Fuente: Banco Central de Chile. Elaboración propia.

2. Revisión de literatura

Los estudios sobre fricciones y *shocks* financieros, y sus efectos sobre la política monetaria, se han incrementado significativamente en los últimos años⁹, como respuesta de la profesión a la crisis financiera internacional de los años 2008-2009. Ya [Blanchard et al. \(2010\)](#), haciendo eco de las críticas hacia la macroeconomía, consideraron de suma importancia para el quehacer de los *policy makers* el estudio de la coordinación efectiva entre la política monetaria y la regulación financiera, teniendo en cuenta que esta última no es “macroeconómicamente neutra”. Es en este contexto donde se enfatiza una nueva forma de abordar la temática macrofinanciera, dando paso a un modelamiento explícito de fricciones en los mercados financieros. Si bien los artículos seminales sobre la materia fueron escritos hace ya 20 años, las nuevas extensiones implican avances importantes en el estudio empírico de la relación del sector real de la economía con su contraparte financiera. En ese sentido, podemos dividir los estudios macrofinancieros basados en modelos de equilibrio general (DSGE) entre aquellos que siguen la línea propuesta por [Kiyotaki y Moore \(1997\)](#), donde la fricción se genera por la presencia de una restricción de colateral; aquellos que utilizan y amplían el mecanismo del acelerador financiero basado en un problema de *costly state verification*, como en [Bernanke et al. \(1999\)](#) -llamado BGG de aquí en adelante- y desarrollos independientes a estas dos ramas del modelamiento macro. Debido a que el modelo empleado en este trabajo amplía el mecanismo *a la* BGG, nos enfocaremos en revisar los estudios que sigan de cerca esta forma de modelación.

En el conjunto de estudios que extienden el artículo pionero de BGG, destacamos los trabajos de [Christiano et al. \(2010\)](#) y [Christiano et al. \(2014\)](#), que analizan el rol de los factores financieros en las fluctuaciones del PIB en Estados Unidos y la zona Euro. Los autores utilizan modelos DSGE de mediana escala para obtener resultados cuantitativos que, si bien pueden ser discutibles¹⁰, representan un novedoso avance, principalmente por la introducción de nuevos *shocks* financieros. Metodológicamente, el primer modelo cuenta con un sector bancario competitivo, *a la* [Chari et al. \(1995\)](#), en tanto que el segundo sólo implementa el contrato de deuda óptima como en BGG. El choque de riesgo financiero, introducido en ambos trabajos,

⁹Para el lector interesado en estos temas, se sugiere la revisión de dos importantes *surveys* que resumen los estudios sobre fricciones financieras. Estos son [Quadri \(2011\)](#) y [Brunnermeier et al. \(2012\)](#).

¹⁰En [Christiano et al. \(2010\)](#) se concluye que los factores financieros (problemas de agencia en contratos financieros, restricciones de liquidez por parte de los bancos y *shocks* que alteran la percepción de riesgo del mercado) son los principales determinantes de las fluctuaciones macroeconómicas en ambas zonas. En tanto, en [Christiano et al. \(2014\)](#), los autores encuentran que aproximadamente el 60% de la varianza del crecimiento del PIB de los Estados Unidos se explica por choques de riesgo financiero. Si bien recalcan que este resultado es altamente dependiente del *set* de variables financieras utilizadas en la estimación bayesiana, no deja de ser un resultado sorprendente.

implica eliminar el supuesto de homocedasticidad de la distribución del retorno idiosincrático de los empresarios, interpretándose como un incremento repentino de la percepción de *default* de los mismos. Para economías abiertas, [Christiano et al. \(2011\)](#) expanden el modelo inicial e introducen el mecanismo del acelerador financiero y fricciones de búsqueda y emparejamiento en el empleo, estimando el modelo con data de Suecia. Muestran que el *shock* financiero¹¹ es un determinante importante para explicar la varianza del PIB y la inversión.

Un modelo detallado y con rankings de políticas basados en el bienestar se muestra en [Kolasa y Lombardo \(2014\)](#), donde se evalúan reglas de política para un modelo de dos países con fricciones financieras, acumulación de capital, bienes no transables y deuda denominada en moneda extranjera. El trabajo se enfoca en comparar distintos arreglos monetarios respecto de la regla obtenida mediante un problema de Ramsey cooperativo. La conclusión a la que llegan los autores es que la autoridad monetaria debe estar dispuesta a desviarse de su meta de inflación para compensar los efectos de *shocks* financieros. Por otra parte, se encuentra el trabajo de [Gilchrist y Zakrajsek \(2011\)](#), quienes utilizan un modelo nekeynesiano simple incluyendo el mecanismo del acelerador financiero para replicar algunos de los hechos estilizados de la economía de Estados Unidos durante la crisis financiera (una fuerte disminución de la actividad económica acompañada de un incremento de los diferenciales de tasas de interés, una caída de la tasa de política monetaria y una deflación persistente). Los autores demuestran que una regla de política monetaria ampliada con la inclusión del *spread* de tasas de interés logra reducir los efectos negativos de un *shock* financiero sobre la actividad económica a costa de sólo un modesto incremento de la inflación, por lo que es beneficioso que el banco central responda a la inestabilidad financiera.

Para el caso coreano, [Aydin y Volkan \(2011\)](#) construyen un modelo calibrado para el período 2003-2007, donde evalúan reglas de política monetaria con respuesta al *spread* de tasas, al apalancamiento bancario, al volumen de crédito y a los precios inmobiliarios. Destaca que reglas de este tipo sean más beneficiosas para la economía cuando ésta se enfrenta a choques de oferta y no representan ventaja respecto del régimen “normal” de metas de inflación cuando existen choques de demanda. Los beneficios provienen del suavizamiento de la volatilidad del producto, aunque para la mayoría de los casos -salvo cuando la regla responde a precios inmobiliarios- ello se traduce en mayor volatilidad de la inflación. Nótese, sin embargo, que los autores no utilizan algún indicador de bienestar, sino que se basan en la dinámica de las funciones impulso-respuesta y en las magnitudes de las varianzas respectivas.

¹¹En este caso, los autores utilizan un *shock* de “riqueza empresarial”, que no es más que el incremento repentino en el porcentaje de empresas que “mueren” o salen de la economía en cada período.

En relación a trabajos que evalúan la interrelación monetaria-macroprudencial, [Bailliu et al. \(2012\)](#) estiman un modelo para Canadá, donde demuestran que es beneficioso -en términos de bienestar- una respuesta del banco central a perturbaciones financieras. Si bien se observa heterogeneidad en el mix óptimo monetario-macroprudencial frente a distintos choques, en términos generales, los beneficios de una política activa son mayores que los costos macroeconómicos que pueda generar¹². También destacan los trabajos de [Unsal \(2011\)](#) y [Ozkan y Unsal \(2014\)](#), que evalúan la optimalidad de reglas monetarias y macroprudenciales ante un choque de “percepción de riesgo” que simula un escenario de reversión de flujo de capitales (*sudden stops*) en una economía pequeña y abierta, siguiendo el modelo expuesto en [Cúrdia \(2009\)](#). Los autores no modelan un sector bancario explícito, por lo que introducen la política macroprudencial como una variable adicional -dependiente del crecimiento del crédito- que afecta la ecuación típica del diferencial de tasas generado por el acelerador financiero. Entre sus conclusiones destaca que la adición macroprudencial se desempeña mejor frente al *shock* financiero que el uso de la política monetaria; además, muestran que si la política macroprudencial está activa, la política monetaria no genera ganancias de bienestar al responder a variables financieras (crédito bancario) en su regla de Taylor cuando la economía se enfrenta a un choque de incertidumbre¹³.

Para el caso de modelos que se alejan de lo propuesto por BGG, resalta el trabajo de [Gertler y Karadi \(2011\)](#). En él se describe un sector bancario con un ratio de apalancamiento bancario (ratio entre activos y patrimonio bancario) determinado endógenamente a partir de un problema de riesgo moral entre los depositantes y el banquero. La flexibilidad del modelo permite la incorporación de políticas no convencionales (al estilo del *quantitative easing*) en un marco de equilibrio general. También resalta el trabajo de [Curdia y Woodford \(2010\)](#), en el que obtienen la solución analítica de la regla de política monetaria óptima en el entorno microfundado de un modelo neokeynesiano simple (valga decir, sin capital) donde la fricción

¹²Un trabajo similar, aunque enfocado en el análisis monetario, es el de [Dib et al. \(2008\)](#). En él, se llega a la conclusión que un régimen de *price targeting* es menos costoso en términos de bienestar para hacer frente a perturbaciones financieras respecto de la regla de Taylor estimada para la economía canadiense, pues reduce la variabilidad de la tasa de interés real y los costos de dispersión de precios y salarios. Además, muestran que una regla de este tipo también es beneficiosa frente a una regla óptima de *inflation targeting*, dado que reduce la incertidumbre generada de los contratos de deuda nominal en el mercado de crédito.

¹³También es importante resaltar que el modelo empleado por los autores muestra una serie de características particulares: implementa costos de ajuste al capital y no costos de ajuste a la inversión, que es lo común en modelos de mediana escala utilizados por los bancos centrales, pues permite generar la forma de “joroba” de la función impulso respuesta de la inversión ante un choque macroeconómico. Además destacan la modelación de la función de utilidad mediante preferencias *a la* Greenwood-Hercowitz-Huffman, lo que elimina el efecto riqueza de la oferta laboral, y la implementación de rigideces de precios *a la* Rotemberg, y no mediante el esquema propuesto por [Calvo \(1983\)](#), como suele ocurrir en trabajos relacionados.

financiera emerge de la relación entre consumidores heterogéneos, con diferentes grados de impaciencia. Los autores demuestran que una regla de política monetaria con respuesta al *spread* de tasas de interés¹⁴ es beneficiosa sólo cuando las variaciones en el *spread* se explican por factores exógenos, y no debido a la propia dinámica del modelo. Además, encuentran que una regla de política con respuesta al crédito no genera beneficios significativos; inclusive, ante *shocks* no financieros, la respuesta óptima de una regla de este tipo implica un coeficiente negativo en la respuesta al crédito, lo cual es contraintuitivo. Ampliando el modelo para economías pequeñas y abiertas, [Bejarano y Charry \(2014\)](#) evalúan reglas de política monetaria óptimas e implementables, encontrando que aun cuando la fuente del *shock* sea exógeno, no es óptimo una regla monetaria con respuesta al *spread* de tasas (lo que difiere de los resultados para una economía cerrada), debido a que la política monetaria no puede regular la oferta de crédito cuando los bancos pueden obtener financiamiento externo. Además, los autores muestran que una regla con respuesta al *spread* sólo sería óptima ante un choque de tasa de interés externa, porque el efecto de la depreciación cambiaria es mayor al de la reducción del financiamiento externo, lo que implica un incremento real de fondos externos y posibilita que la autoridad monetaria afronte este *shock* con un incremento de su tasa que inhiba la depreciación inicial. Si bien este trabajo trae conclusiones importantes para el manejo de política monetaria en economías emergentes, se debe destacar, como se dijo antes, la ausencia de capital e inversión en el modelo, lo que limita el alcance de sus conclusiones.

Existen dos trabajos que evalúan el efecto de choques financieros en modelos calibrados para Chile. Estos son [Caputo et al. \(2009\)](#) y [Caputo et al. \(2011\)](#). En ambos, los autores presentan un modelo DSGE de mediana escala sin capital ni inversión, interpretando como fricción financiera a la diferencia entre la tasa de mercado¹⁵, establecida de forma *ad-hoc*, y la de política monetaria. En el primer trabajo referenciado, los autores analizan la disyuntiva implícita de política monetaria para una serie de modelos anidados. Se encuentra que el *trade-off* de política se incrementa cuando el *shock* financiero está correlacionado con las condiciones externas y la condición de paridad de tasas de interés se mantiene con la tasa de mercado. Cuando ello sucede, la tasa de interés aumenta a pesar de la contracción del PIB, con el fin de disminuir la inflación. Se señala que el análisis de optimalidad de las

¹⁴En este modelo, el *spread* de tasas se determina como la diferencia entre la tasa de interés activa menos la tasa de política monetaria, de tal forma que un incremento de ésta implica condiciones financieras desfavorables (crédito relativamente más caro), por lo que el banco central debería reducir su instrumento de política con el fin de preservar el “costo original del crédito”.

¹⁵Se supone que la tasa de interés de mercado responde a su propio rezago, a la tasa de política monetaria y a *shocks* exógenos.

distintas reglas se basa en la función de pérdida del banco central, que es un objeto construido sin microfundamentos. En el segundo estudio, los parámetros son obtenidos a partir de la estimación bayesiana del modelo, mostrándose que los choques financieros fueron los principales determinantes de la caída en la actividad económica observada en Chile en 2009. Además, se muestra que una regla de política con respuestas más agresivas al PIB o a las innovaciones financieras habría enfrentado de mejor manera el escenario recesivo durante ese año. Se resalta que, en este último estudio, los autores no hacen análisis de optimalidad de la regla de política.

Finalmente, se detallan trabajos que han hecho el esfuerzo de conjugar, en un sólo modelo, el esquema del acelerador financiero de BGG con el modelamiento explícito del sector bancario. En [Suh \(2012\)](#), se introduce en un modelo nekeynesiano con consumidores heterogéneos para economía cerrada y un sector bancario-financiero como en [Zhang \(2009\)](#), que cuenta con dos instrumentos macroprudenciales: el requerimiento mínimo de capital y el ratio préstamo-valor. El autor evalúa la interacción monetaria-macroprudencial, encontrando que la política macroprudencial junto a una política monetaria “tradicional” (que responde sólo a la inflación y al PIB) logran estabilizar eficientemente el ciclo crediticio. Además, señala que la política monetaria es sub-óptima para la estabilización financiera, porque actúa tanto por el lado de los depositantes como por el de los prestatarios, mientras que la política macroprudencial lo hace sólo en el último. En tanto, en [De Resende et al. \(2013\)](#), los autores utilizan un modelo de gran escala con fricciones financieras a la [Dib \(2010\)](#), con características de economía cerrada y estimado para Canadá, donde ponen a competir diversas herramientas macroprudenciales. Encuentran que el requerimiento de capital es el que tiene el mayor efecto estabilizador sobre las principales variables macroeconómicas, en tanto que el rol para la política monetaria es contingente a la clase de *shock* que afecta la economía. Así, la política monetaria es más eficiente en la estabilización cuando hay un choque de oferta. En cambio, para choques financieros, el regulador macroprudencial debe actuar de forma agresiva sin la necesidad de una respuesta de política monetaria a las condiciones financieras.

En [Rannenberg \(2012\)](#), los autores implementan un sector bancario como en [Gertler y Karadi \(2011\)](#) en el mecanismo de acelerador financiero de BGG para economías cerradas, estimándolo con data de Estados Unidos. Muestran que en un modelo de estas características, los segundos momentos (volatilidad y correlación con el PIB) de variables como la prima de financiamiento externa y el ratio de apalancamiento bancario y empresarial son más cercanos a los observados en la realidad. El único trabajo que expande el análisis para economías abiertas es el de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), que es estimado con data chilena. Los autores

demuestran la trascendencia de las fricciones financieras consideradas en el modelo para la transmisión de choques externos hacia la economía chilena, siendo canales importantes para explicar los efectos de la crisis financiera de los años 2008-2009 en el país. Para finalizar, se reseña el trabajo de [Benes y Kumhof \(2015\)](#), donde se presenta un nuevo modelo teórico para bancos en una economía cerrada. Los autores consideran que los préstamos son riesgosos, en tanto que incluyen medidas regulatorias *a la* Basilea III en forma de penalidades bancarias. Las conclusiones a las que llegan es que un requerimiento de capital cíclico lleva a un incremento significativo del bienestar, en tanto que reduce la necesidad de respuestas contracíclicas por el lado monetario.

En síntesis, existe una gran heterogeneidad en las conclusiones de los trabajos que modelan la interacción macrofinanciera. Desde el punto de vista empírico, se ha demostrado la importancia que los choques financieros tienen para la dinámica macroeconómica. Sin embargo, en el plano de la evaluación de políticas, los resultados tienden a ser dependientes del modelo utilizado. Además de ello, la mayoría de los estudios se ha enfocado en economías cerradas; para economías abiertas, los modelos, por lo general, no cuentan con un sector bancario explícito (sólo implementan el mecanismo del acelerador financiero *a la* BGG), por lo que la regla macroprudencial incluida es estilizada y no permite el análisis específico de diversas herramientas macroprudenciales (provisiones dinámicas, tasas de encaje, requerimientos mínimos de capital o el ratio préstamo-valor). Además, la mayoría de los estudios no evalúa reglas de política óptimas e implementables mediante criterios de bienestar. Los que lo hacen, utilizan la función de pérdida *ad-hoc* de política monetaria, que puede generar *rankings* de bienestar espúrios. Sumado a ello, se destaca la ausencia de estudios que evalúen el rol del choque de riesgo financiero *a la* [Christiano et al. \(2014\)](#) en la dinámica de las variables macroeconómicas. En ese sentido, y especialmente para economías abiertas, se hace necesaria la utilización de modelos con un sector bancario explícito que permita evaluar, de forma más robusta y específica, la interacción entre políticas monetaria y macroprudencial.

3. El modelo

El modelo se basa en el artículo de [García-Cicco *et al.* \(2014\)](#), cuya particularidad es que incorpora dos tipos de fricciones financieras en una economía pequeña y abierta. Una de ellas implica la separación entre la tasa de interés de los depósitos ($r_t^D = r_t$) y la tasa de interés de los préstamos (r_t^{cb}) originada por un problema de riesgo moral entre depositantes y bancos *a la* [Gertler y Karadi \(2011\)](#). La segunda fricción surge del típico problema de *costly state verification* de [Bernanke *et al.* \(1999\)](#) que origina un diferencial entre la tasa de interés de los préstamos y el retorno del capital (r_t^K). Además de ello, el modelo incluye fricciones reales mediante la introducción de hábitos externos en el consumo y costos de ajuste a la inversión; y fricciones nominales con la presencia de rigideces de precios y salarios al estilo de [Calvo \(1983\)](#). Sin embargo, a diferencia del trabajo referenciado, aquí se asume un supuesto adicional en la forma de modelar los bancos con el fin de darle sentido a la implementación de la política macroprudencial. Se supone que los depositantes enfrentan costos de información y coordinación muy altos, por lo que no pueden castigar a los banqueros si estos deciden desviar fondos en exceso hacia sus hogares en forma de dividendos, dando como resultado que la restricción de participación de los depositantes no se cumpla. La solución es la introducción de un regulador bancario que implementa un requerimiento mínimo de capital a cumplirse de forma activa en todos los períodos. De este modo, se modifica la forma como se determina el crédito bancario (ver sección 3.4 del modelo) sin afectar la modelación del *spread* entre la tasa de préstamos y depósitos.

El uso del modelo de [García-Cicco *et al.* \(2014\)](#) se debe a que cuenta con dos ventajas importantes. La primera de ellas es que es un modelo estimado para Chile, lo que permite realizar ejercicios de simulación con un sustento empírico significativo. La segunda ventaja es que este modelo es el primero que integra, en un sólo marco conceptual, el mecanismo del acelerador financiero *a la* [Bernanke *et al.* \(1999\)](#) con un modelamiento explícito del sector bancario para una economía pequeña y abierta¹⁶. De esta manera, se puede evaluar el efecto de un choque de riesgo financiero sobre la dinámica bancaria y la economía real.

Una descripción gráfica de los agentes que se describen en el modelo y las interrelaciones entre ellos, se puede encontrar en la figura 2. En síntesis, el modelo está compuesto de los siguientes agentes: (1) los hogares, quienes maximizan su utilidad sujeta a una restricción presupuestaria intertemporal y son dueños de las firmas existentes en la economía y de los

¹⁶Otros estudios que han integrado fricciones financieras *a la* [Bernanke *et al.* \(1999\)](#) con un sector bancario explícito son los de [Suh \(2012\)](#), [Rannenberg \(2012\)](#), [De Resende *et al.* \(2013\)](#) y [Benes y Kumhof \(2015\)](#), todos para economías cerradas.

bancos. (2) Las firmas, quienes representan el lado de la oferta de la economía, cuentan con una serie de agentes diferentes. Aquellas que operan en un contexto de competencia perfecta son: (2a) las firmas vendedoras de bienes finales, quienes compran bienes compuestos domésticos e importados, compactándolos en un bien final que es vendido a los consumidores, a los productores de bienes de capital (inversión) y al gobierno (gasto público); (2b) las firmas vendedoras de bienes compuestos domésticos, que “empaquetan” bienes intermedios y los venden a las firmas de bienes finales; (2c) las firmas vendedoras de bienes compuestos importados, que “empaquetan” bienes importados y los venden a las firmas de bienes finales; (2d) las firmas productoras de bienes de capital, que son financiadas por los empresarios a quienes les venden capital “nuevo”; (2e) las firmas exportadoras de un bien homogéneo *commodity* que es completamente exportado y (2f) los empresarios, quienes financian la producción de bienes de capital para luego alquilar el “capital productivo” a los productores de bienes intermedios. Además, hay dos tipos de firmas que operan en un contexto de competencia monopolística: (2g) las firmas productoras de bienes intermedios que, utilizando trabajo y capital producen bienes cuyos precios son establecidos con un *mark-up* sobre el costo marginal; y (2h) las firmas importadoras, que compran bienes de la economía externa y los venden en el mercado doméstico. El modelo también cuenta con los siguientes sectores: (3) los bancos (o intermediarios financieros), quienes reciben depósitos de los hogares y otorgan créditos a los empresarios, además están sujetos a un requerimiento de capital mínimo que se cumple en todos los períodos; (4) la política económica, representada por la política fiscal (completamente exógena), la política monetaria, que opera mediante una regla de Taylor, y la política macroprudencial, que actúa como regulador bancario; finalmente, (5) el sector externo, a donde se exportan bienes domésticos así como materias primas y desde donde se importa bienes. Cabe resaltar que en el modelo, los bienes domésticos son completamente transables. Por otra parte, tanto la calibración de estado estacionario derivada del modelo, como las simulaciones de las funciones impulso respuesta y el cálculo de los indicadores de bienestar se realizan en DYNARE¹⁷, una librería gratuita del software especializado MATLAB. Finalmente, se resalta que el modelo se resuelve mediante una expansión de Taylor de segundo orden. A continuación se describe el modelo de forma matemática, presentando cada uno de los agentes y sus principales características. En los anexos A y B se presentan las condiciones de equilibrio del modelo y las ecuaciones en estado estacionario, respectivamente.

¹⁷Para mayor información sobre el uso del DYNARE, véase [Adjemian et al. \(2011\)](#).

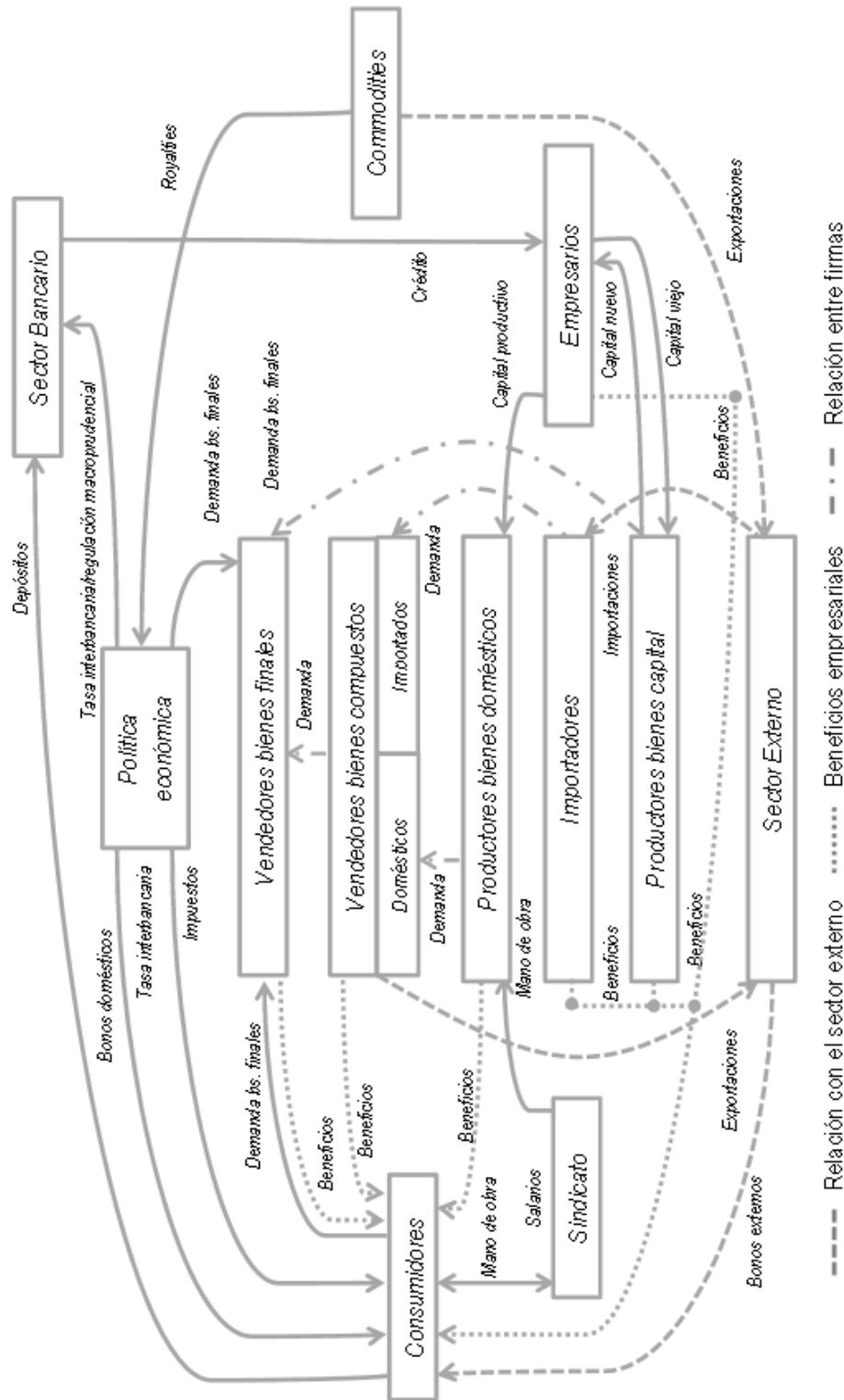


Figura 2. Descripción gráfica del modelo DSGE. Elaboración propia.

3.1. Hogares

Preferencias Existe una masa de hogares escalada a 1. Cada uno de ellos vive infinitamente, maximizando de forma restringida su función de utilidad que tiene como argumentos al consumo de bienes finales (C_t) y a las horas trabajadas (h_t). Se define $\beta \in (0, 1)$ como el factor de descuento del hogar y $\varsigma \in [0, 1]$ es el parámetro que captura los hábitos respecto al consumo del período anterior. En tanto, κ es un factor de escala de la desutilidad del trabajo y η es el inverso de la elasticidad de Frisch de la oferta de trabajo. La forma explícita de la función de utilidad es la siguiente:

$$U_t = E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left(\log(C_{t+k} - \varsigma C_{t+k-1}) - \kappa \frac{h_{t+k}^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \quad (1)$$

donde E_t es la expectativa condicional al conjunto de información en t . El hogar obtiene mayor utilidad cuando su nivel de consumo se incrementa por encima de sus hábitos y cuando trabaja menos (mayor ocio). Los bienes finales para el consumo se demandan de los productores de bienes finales, quienes ofertan un compuesto de bienes domésticos e importados (véase sección 3.2). Como en [Benes y Kumhof \(2015\)](#), cada hogar tiene tres tipos de miembros: los trabajadores, los empresarios y los banqueros. Los primeros ofertan trabajo a través de un sindicato y obtienen un salario a partir de ello, que es transferido al hogar. Los empresarios, por su parte, administran fondos de inversión que financian la producción de bienes de capital mediante su propio patrimonio (cuyo capital inicial es otorgado por los hogares) o crédito bancario. Una vez que dejan de ser empresarios (y se convierten en trabajadores) estos miembros transfieren al hogar su patrimonio acumulado hasta ese momento. En tanto, cada banquero administra a un intermediario financiero y también transfiere cualquier ganancia acumulada a su respectivo hogar una vez que deja de serlo. Luego, el hogar es dueño del intermediario financiero que su miembro administra, a la vez que mantiene depósitos bancarios en otros intermediarios (hogares) de la economía. En cada período existe una fracción $1 - f$ de miembros del hogar que son trabajadores, una fracción $f(1 - b)$ que son empresarios y una fracción fb de banqueros. Luego, estos pueden intercambiar ocupaciones. Así, un empresario (banquero) sigue siéndolo el siguiente período con una probabilidad exógena e independiente de la historia de $\nu(\theta)$, tal que el tiempo promedio de sobrevivencia del empresario (banquero) está dado por $\frac{1}{1-\nu} \left(\frac{1}{1-\theta} \right)$. Permitir que los empresarios (banqueros) tengan un tiempo de vida finito permite asegurar que no llegarán al punto en el que pueden financiar cualquier inversión con su propio capital. Luego, en cada período hay un porcentaje $(1 - \nu)f(1 - b)$ de empresarios y una proporción $(1 - \theta)fb$ de banqueros que dejan de serlo y se convierten en trabajadores; a su vez un número similar de trabajadores se convierten en empresarios y banqueros, respectivamente. Luego, la proporción de los miembros en cada hogar es fija en

el tiempo. Los empresarios y banqueros que salen de la economía transfieren todo el patrimonio acumulado hasta ese momento a su hogar, que a su vez provee de un capital inicial a los nuevos empresarios y banqueros. Este capital inicial es igual a un porcentaje fijo del respectivo patrimonio (empresarial o bancario) en la senda de crecimiento balanceado.

Mercado laboral Los trabajadores de cada hogar se unen en un sindicato, cuya función es ofertar mano de obra de forma monopolística a un conjunto de mercados indexados por $j \in [0, 1]$. Los trabajadores son indiferentes a trabajar en cualquiera de esos mercados. La demanda laboral que enfrenta el sindicato en cada mercado está dada por

$$h_t(j) = \left(\frac{W_t(j)}{W_t} \right)^{-\epsilon_w} h_t^d \quad (2)$$

donde $W_t(j)$ es el salario nominal cobrado por el sindicato en el mercado j y W_t es un índice salarial agregado que satisface $W_t^{1-\epsilon_w} = \int_0^1 W_t(j)^{1-\epsilon_w} dj$. En tanto, h_t^d es la demanda laboral agregada por parte de las firmas productoras de bienes intermedios. La cantidad total de trabajo asignado a diferentes mercados debe satisfacer la restricción de recursos, tal que $h_t = \int_0^1 h_t(j) dj$. El sindicato toma como dados W_t y h_t^d , y una vez que establece los salarios por mercado, satisface la demanda laboral. Los salarios son establecidos mediante un contrato *a la Calvo*, por lo que en cada período el sindicato puede establecer el salario óptimo en una fracción $1 - \phi_w$ de mercados laborales elegidos aleatoriamente, en tanto que para los otros mercados el salario es indexado a un indicador que es el producto ponderado de la inflación pasada y de estado estacionario (con ponderaciones respectivas de λ_w y $1 - \lambda_w$).

Restricción presupuestaria El hogar tiene acceso a tres instrumentos de ahorro: B_t son bonos gubernamentales valuados en moneda doméstica y B_t^* son bonos comerciados con agentes externos y valuados en moneda extranjera. Además, el hogar mantiene depósitos bancarios D_t . Tanto B_t , B_t^* y D_t son activos no contingentes al estado de la economía. Bajo esta estructura, la restricción presupuestaria del hogar, en términos reales, es:

$$B_t + r e r_t B_t^* + C_t + D_t = r_t B_{t-1} + r_t^* r e r_t B_{t-1}^* + r_t^D D_{t-1} + \int_0^1 W_t^r(j) h_t(j) dj + \Gamma_t - T_t \quad (3)$$

donde el miembro izquierdo de la igualdad es el gasto del consumidor, distribuido entre el valor del consumo de bienes finales por período (C_t) y la inversión en activos financieros (B_t, B_t^*, D_t), luego $r e r_t$ se define como el tipo de cambio real (precio de los bienes de consumo externos en términos de los bienes de consumo domésticos). El miembro derecho de la ecuación explica los ingresos del consumidor, obtenidos a partir del retorno de su inversión

financiera del período anterior, tanto de bonos domésticos, cuyo rendimiento es la tasa de interés doméstica *expost* $r_t = \frac{R_{t-1}}{\pi_t}$, como de bonos externos que rinden a la tasa internacional *expost* $r_t^* = \frac{R_{t-1}^*}{\pi_t^*} \psi_{t-1}^E$ donde ψ_t^E es una prima de riesgo soberano que se interpreta como el costo real transaccional de este activo; y depósitos bancarios, valuados a una tasa de interés *expost* $r_t^D = r_t$ (se asume que, en equilibrio, los depósitos bancarios y los bonos públicos son instrumentos libres de riesgo y sustitutos perfectos, siendo valuados a la misma tasa de interés). Además, gracias a sus miembros trabajadores, los hogares también reciben los ingresos laborales del período correspondiente $\int_0^1 W_t^r(j) h_t(j) dj$, donde W_t^r es el salario real. A su vez, al ser dueños de los bancos y de las firmas no financieras de la economía, también reciben los beneficios obtenidos de ellas (una vez que los empresarios y bancos dejan de serlo) que están representados por Γ_t . Estos beneficios están netos de las transferencias que los hogares hacen a sus miembros, que se convierten en empresarios y bancos en el período t . Luego, el hogar paga una cantidad T_t de impuestos *lump-sum* que son recolectados por el gobierno. Finalmente, se define la prima de riesgo soberano del siguiente modo:

$$\psi_t^E = \bar{\psi}^E \left(-\psi \frac{rer_t B_t^* / A_{t-1} - rer \times b^*}{rer \times b^*} + \frac{\zeta_t - \zeta}{\zeta} \right) \quad (4)$$

donde ζ_t es un choque exógeno de prima de riesgo.

3.2. *Firmas*

Firmas vendedoras de bienes finales Cada una de estas firmas demanda bienes compuestos domésticos e importados en cantidades $Y_t^{DA,H}$ y $Y_t^{DA,M}$, respectivamente, combinándolos mediante la siguiente tecnología:

$$Y_t^{DA} = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\varphi}} Y_t^{DA,H \frac{\varphi-1}{\varphi}} + \gamma^{\frac{1}{\varphi}} Y_t^{DA,M \frac{\varphi-1}{\varphi}} \right]^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \quad (5)$$

donde φ es la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados y γ es un parámetro que mide el grado de apertura de la economía (porcentaje de bienes importados en la canasta de bienes finales). La composición óptima de esta canasta de bienes implica la maximización de beneficios de la firma sujeto a la ecuación 5, tomando como dados los precios relativos de los bienes finales domésticos e importados (p_t^H y p_t^M). Finalmente, se resalta que estos bienes son vendidos a los hogares, quienes los consumen, a los productores de bienes de capital, quienes los convierten en inversión y al gobierno, que los utiliza como consumo (o gasto) público, en un contexto de competencia perfecta.

¹⁸Si la abreviatura que representa a la tasa de interés está en minúsculas implica una tasa real, si se encuentra en mayúsculas es una tasa nominal.

Firmas vendedoras de bienes compuestos domésticos Estas firmas funcionan como “empaquetadoras” de las j variedades que demandan de los productores de bienes intermedios a una cantidad $Y_t^{DA,H}(j)$, ofertando sus productos a las firmas de bienes finales bajo competencia perfecta. La tecnología mediante la cual combinan las distintas variedades es:

$$Y_t^H = \left[\int_0^1 Y_t^{DA,H}(j)^{\frac{\epsilon_H-1}{\epsilon_H}} dj \right]^{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H-1}} \quad (6)$$

siendo ϵ_H la elasticidad de sustitución del agregado doméstico. El precio de cada uno de los bienes compuestos en términos del bien doméstico compuesto es $p_t^H(j)$. Luego, la demanda óptima de esta firma se deriva del problema de maximización de beneficios, generando la siguiente curva de demanda para la variedad j -ésima:

$$Y_t^{DA,H}(j) = (p_t^H(j))^{-\epsilon_H} Y_t^H \quad (7)$$

Firmas vendedoras de bienes compuestos importados Como en el caso anterior, estas firmas “empaquetan” las j variedades que demandan de las firmas importadoras y las venden a las firmas de bienes finales en competencia perfecta. La tecnología de empaquetamiento es similar:

$$Y_t^M = \left[\int_0^1 Y_t^{DA,M}(j)^{\frac{\epsilon_M-1}{\epsilon_M}} dj \right]^{\frac{\epsilon_M}{\epsilon_M-1}} \quad (8)$$

siendo ϵ_M la elasticidad de sustitución del agregado importado. El precio relativo de cada variedad está dado por $p_t^M(j)$, por lo que la demanda por la j -ésima variedad es la siguiente:

$$Y_t^{DA,M}(j) = (p_t^M(j))^{-\epsilon_M} Y_t^M \quad (9)$$

Firmas productoras de bienes intermedios Cada una de estas empresas produce una variedad j -ésima de bienes, siguiendo una tecnología Cobb-Douglas con retornos constantes a escala. Estas firmas alquilan capital productivo a los empresarios y demandan trabajo a los sindicatos. Además, operan en un mercado de competencia monopolística. La función de producción de estas firmas es:

$$Y_t(j)^H = z_t K_{t-1}(j)^\alpha (A_t h_t(j))^{1-\alpha} \quad (10)$$

donde α es la participación del capital productivo en el proceso de producción del bien. Asimismo, z_t representa un choque exógeno de productividad de naturaleza estacionaria y A_t (donde $a_t \equiv A_t/A_{t-1}$) es una perturbación tecnológica no estacionaria, siendo ambos *shocks* comunes a todas las variedades de bienes. El problema de estas firmas es bi-etápico.

Inicialmente, eligen el nivel de capital productivo y mano de obra que minimiza sus costos sujeto a la restricción tecnológica dada por la ecuación 10. De esta forma, se llega a obtener la expresión para el costo marginal real en unidades del bien doméstico final:

$$mc_t^H(j) = \frac{1}{\alpha^\alpha(1-\alpha)^{(1-\alpha)}} \frac{r_t^{H\alpha}(W_t)^{1-\alpha}}{p_t^H z_t(A_t)^{1-\alpha}} \quad (11)$$

donde r_t^H es el costo del capital productivo. La segunda etapa del problema de la firma j -ésima implica la elección del precio $P_t^H(j)$ que maximiza los beneficios, dado el valor nominal de los costos marginales obtenidos en la primera etapa. Así, las firmas establecen sus precios como en Calvo (1983), donde en cada período la firma puede reoptimizar sus precios con una probabilidad $1 - \phi_H$, en tanto que si no puede hacerlo, ajusta sus precios de acuerdo a un promedio ponderado de la inflación pasada y de estado estacionario (con parámetros λ_H y $1 - \lambda_H$, respectivamente).

Firmas importadoras Compran una cantidad M de bienes homogéneos de la economía externa al precio P_t^{M*} y los convierten en j variedades, $Y_t^M(j)$, que son vendidas en la economía doméstica. La restricción de recursos es $M_t = \int_0^1 Y_t^M(j) dj$. Estas firmas tienen poder monopolístico en la venta de la variedad j , aunque deben satisfacer la demanda generada en la ecuación 9. El costo marginal nominal en que incurren después de comprar un bien en la economía externa y convertirlo en un bien para la economía doméstica es:

$$P_t^M mc_t^M(j) = P_t^M mc_t^{M*} = S_t P_t^{M*} \quad (12)$$

Dado este costo marginal, la firma elige $P_t^M(j)$ que maximiza sus beneficios. Para ello, sigue un esquema *a la* Calvo (1983), donde en cada período existe una probabilidad $1 - \phi_M$ que estas firmas reoptimicen precios. En tanto, si no lo hacen, siguen una regla de indexación a un ponderado de la inflación pasada y de la inflación en estado estacionario (con ponderaciones λ_M y $1 - \lambda_M$, respectivamente); de esta forma se modela un traspaso imperfecto de los precios internacionales a los precios domésticos.

Firmas productoras de bienes de capital Actúan en competencia perfecta comprando bienes finales en forma de inversión (INV_t) y combinándolos con el capital depreciado de los empresarios para generar un nuevo stock de capital siguiendo la tecnología:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + \left(1 - \Phi\left(\frac{INV_t}{INV_{t-1}}\right)\right) INV_{t-1} \quad (13)$$

siendo $\delta \in [0, 1]$ la tasa de depreciación y $\Phi(\cdot)$ una función que describe los costos convexos de ajuste de la inversión, definida de la siguiente manera:

$$\Phi\left(\frac{INV_t}{INV_{t-1}}\right) = \frac{\varpi}{2} \left(\frac{INV_t}{INV_{t-1}} - \bar{a}\right)^2 \quad (14)$$

Firma productora de *commodities* Cada una de estas firmas produce *commodities* a una cantidad Y_t^{co} en cada período. La producción de estos bienes sigue un proceso exógeno y está cointegrada con A_t . Toda la producción es vendida al exterior a un precio internacional de P_t^{co*} . En términos reales, se expresa como p_t^{co*} y evoluciona de acuerdo a un proceso exógeno. Así, el ingreso -en moneda nacional- generado en el sector primario exportador es igual a $p_t^{co} Y_t^{co}$, donde p_t^{co} es el precio real del bien internacional en moneda doméstica. Finalmente, cada firma tributa al gobierno una cantidad $\xi \in [0, 1]$ de sus ingresos y lo restante se distribuye hacia la economía externa.

3.3. *Empresarios*

Se modelan siguiendo a [Bernanke et al. \(1999\)](#). Así, los empresarios manejan un fondo de inversión que se dedica a comprar bienes de capital y convertirlos en capital productivo para luego alquilárselo a las empresas productoras de bienes intermedios. Financian estas operaciones utilizando su propio patrimonio (NE_t) y crédito bancario (CB_t), siendo su hoja de balance:

$$q_t K_t = CB_t + NE_t \quad (15)$$

donde q_t es el precio del capital (“q” de Tobin). En el período t , los empresarios compran una unidad de K_t y logran transformarlo en $\omega_{t+1}^e K_t$ unidades de capital productivo en el período $t + 1$, donde ω_t^e es una variable aleatoria con distribución acumulada $F(\omega_t^e, \sigma_{\omega,t})$ y distribución de probabilidad $f(\omega_t^e, \sigma_{\omega,t})$, tal que $E(\omega_t^e) = 1$. Se puede interpretar ω_t^e como un *shock* idiosincrático a los empresarios cuya varianza es heterocedástica. Ello implica que la volatilidad de la productividad empresarial es variante en el tiempo, como en [Christiano et al. \(2014\)](#). Además, con el fin de que no acumulen el suficiente patrimonio para autofinanciar su inversión, se supone que los empresarios tienen vida finita y cuando salen del mercado transfieren su riqueza hacia los hogares. La fricción financiera surge de un problema de verificación costosa de estado (*costly state verification*), por lo que se supone que ω_t^e sólo es conocido por los empresarios de forma *ex post* (después que el préstamo ha sido asignado), por lo que, si el banco desea observar ω_t^e , debe pagar un costo de monitoreo que es una fracción μ^e de los ingresos generados por el proyecto. En ese sentido, existen dos posibilidades por parte de cada empresario: pagar el préstamo más los intereses generados y saldar la deuda, o

caer en *default*, por lo que el banco debe pagar el costo de monitoreo y hacerse con los activos empresariales restantes. Por tanto, se establece un valor umbral $\bar{\omega}_{t+1}^e$, tal que si $\omega_{t+1}^e \geq \bar{\omega}_{t+1}^e$ el empresario cumple con el pago del crédito devolviendo al banco $\bar{\omega}_{t+1}^e[r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}]K_t$ ¹⁹, donde r_t^H es la tasa de alquiler del capital. En caso contrario, el empresario cae en *default* (y no recibe nada) y el banco obtiene $(1 - \mu^e)\omega_{t+1}^e[r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}]K_t$. De acuerdo a ello, cuando $\omega_{t+1}^e = \bar{\omega}_{t+1}^e$, el retorno bancario por crédito devuelto iguala la ganancia bancaria por la operación:

$$r_t^{CBe}CB_t = \bar{\omega}_{t+1}^e[r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}]K_t \quad (16)$$

donde r_t^{CBe} es el retorno obtenido por el banco por cada unidad de crédito que ha sido devuelto (es decir, sólo de aquellos empresarios que no cayeron en *default*). Siguiendo a [García-Cicco et al. \(2014\)](#), existe una clara diferencia entre esta tasa y el retorno bancario por cada unidad de crédito (r_t^{CB}), que considera tanto empresarios que cumplen con el contrato como aquellos que no lo hacen, siendo r_t^{CBe} no contingente al estado agregado de la economía, en tanto que r_t^{CB} sí lo es, pues depende de las condiciones que determinan si los empresarios caen o no en *default*. En ese sentido, la restricción de participación del banco es:

$$r_{t+1}^{CB}CB_t \leq g(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega,t+1})r_{t+1}^Kq_tK_t \quad (17)$$

siendo $r_{t+1}^Kq_tK_t$ el retorno de capital promedio entre empresarios obtenido en $t + 1$. En tanto:

$$g(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega,t+1}) \equiv \bar{\omega}_t^e[1 - F(\bar{\omega}_t^e; \sigma_{\omega,t})] + (1 - \mu^e) \int_0^{\bar{\omega}_t^e} \omega^e f(\omega^e; \sigma_{\omega,t}) d\omega^e \quad (18)$$

Esta expresión mide el porcentaje (sobre los ingresos totales del empresario) de las ganancias del banco, ponderado por la probabilidad de que no caiga en *default* más el valor de los activos, netos del costo de monitoreo que recupera en caso los empresarios no devuelvan el crédito. La restricción implica que el banco participará en la operación crediticia si los ingresos esperados en ella son al menos iguales al retorno bancario contingente. Por el lado de los empresarios, los ingresos esperados de comprar K_t unidades de bienes de capital son:

$$E_t \{ r_{t+1}^K q_t K_t h(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega,t+1}) \} \quad (19)$$

donde:

$$h(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega,t+1}) \equiv \int_{\bar{\omega}_t^e}^{\infty} \omega^e f(\omega^e; \sigma_{\omega,t}) d\omega^e - \bar{\omega}_t^e [1 - F(\bar{\omega}_t^e; \sigma_{\omega,t})] \quad (20)$$

¹⁹Se define la tasa de retorno del capital entre el período t y $t + 1$ como $r_{t+1}^K = \frac{r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}}{q_t}$. Luego, si el empresario no cae en *default*, devuelve al banco $\bar{\omega}_{t+1}^e r_{t+1}^K q_t K_t$ y se queda con lo restante, que es $(\omega_{t+1}^e - \bar{\omega}_{t+1}^e) r_{t+1}^K q_t K_t$.

Esta expresión mide el porcentaje esperado de ingresos que obtiene el empresario, dado su nivel de productividad $\omega_{t+1}^e \geq \bar{\omega}_{t+1}^e$ netos del repago esperado al banco. Luego, el contrato de deuda óptimo entre el banco y el empresario implica maximizar la ecuación 19 sujeto a la restricción proporcionada en la ecuación 17, dando como resultado la siguiente condición (que se cumple para cualquier estado agregado posible en $t + 1$):

$$E_t \left\{ \frac{r_{t+1}^K}{r_{t+1}^{CB}} \right\} = E_t \left\{ \frac{h'(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega, t+1})}{h'(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega, t+1})g(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega, t+1}) - h(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega, t+1})g'(\bar{\omega}_{t+1}^e; \sigma_{\omega, t+1})} \right\} \quad (21)$$

La expresión a la izquierda es el premio financiero externo y, como en [Bernanke et al. \(1999\)](#), también puede definirse como una función creciente del apalancamiento empresarial $\phi_t^e = q_t K_t / NE_t$. Finalmente, se describe la evolución del patrimonio empresarial. Se supone que una fracción ν de los empresarios sobrevive cada período y tiene un retorno promedio de $r_t^K q_{t-1} K_{t-1} h(\bar{\omega}_t^e; \sigma_{\omega, t})$, en tanto los empresarios que ingresan a la economía reciben una transferencia igual a un porcentaje del patrimonio empresarial en la senda de crecimiento balanceado ($\frac{\iota^e}{1-\nu} ne \times A_{t-1}$). Por tanto, el patrimonio empresarial agregado se define así:

$$NE_t = \nu \{ r_t^K q_{t-1} K_{t-1} h(\bar{\omega}_t^e; \sigma_{\omega, t}) \} + \iota^e ne A_{t-1} \quad (22)$$

3.4. Bancos

Existe un conjunto de bancos en la economía cuyos dueños son los hogares²⁰. Se encargan de captar depósitos de otros hogares y ofrecer créditos a los empresarios²¹. La hoja de balance de cada banco es:

$$CB_t = D_t + NB_t \quad (23)$$

donde CB_t son créditos bancarios, D_t son los depósitos y NB_t es el patrimonio del banco, que evoluciona en el tiempo como la diferencia entre la ganancia sobre los activos (valuada con la tasa de interés contingente al estado, r_{t+1}^{CB}) menos el pago de intereses sobre los pasivos:

$$NB_{t+1} = r_{t+1}^{CB} CB_t - r_{t+1} D_t \equiv (r_{t+1}^{CB} - r_{t+1}) CB_t + r_{t+1} NB_t \quad (24)$$

A diferencia de los hogares, los bancos tienen vida finita. Así, al inicio de cada período un porcentaje θ de ellos continúan operando, en tanto $1 - \theta$ dejan el sector, transfiriendo su capital hacia los hogares que son sus dueños. Esta combinación de supuestos significa que un banco nunca reparte dividendos, hasta la fecha en que es liquidado, en la cual reparte

²⁰Esta sección sigue los valiosos aportes y comentarios del profesor Salvador Valdés Prieto.

²¹A diferencia de [Bejarano y Charry \(2014\)](#), en nuestro modelo los bancos no obtienen financiamiento externo. Todos los depósitos se realizan en moneda nacional.

a los hogares dueños todas las utilidades acumuladas más el capital inicial. Es importante hacer notar al lector que, como en [Benes y Kumhof \(2015\)](#), el análisis bancario se enfoca en cuestiones de solvencia y no de administración de liquidez, por lo que no se modela ningún incentivo bancario para mantener reservas en el banco central, por ejemplo. Si bien los depósitos bancarios son sustitutos perfectos de los bonos gubernamentales, no es el objetivo del trabajo evaluar el efecto de la deuda pública sobre el sector bancario (lo que podría interpretarse como política no convencional), por lo que se supone que todos los depósitos provienen de los hogares. Un requisito para que el banco opere es que el retorno por el crédito otorgado sea al menos igual al costo del depósito, así:

$$E_t \beta^i \Xi_{t,t+1+s} (r_{t+1+s}^{CB} - r_{t+1+s}) \geq 0, \quad s \geq 0 \quad (25)$$

donde $\beta^i \Xi_{t,t+1}$ es el factor de descuento que el banco utiliza para valorar en t las ganancias en $t + 1$. Como se menciona en [Gertler y Karadi \(2011\)](#), en mercados financieros perfectos esta condición se mantiene con igualdad. Cuando hay imperfecciones en el mercado el premio puede ser positivo, debido a que el banco tiene restricciones en su capacidad para obtener fondos. Esto es un incentivo para que el banco siga acumulando activos a lo largo de su vida. El objetivo del banquero, entonces, es maximizar su riqueza terminal esperada:

$$V_t^B = \max E_t \sum_{s=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^s \beta^{s+1} \Xi_{t,t+s+1} N B_{t+s+1} \quad (26)$$

Mientras el premio descontado de la ecuación 25 sea positivo, el banquero tiene el incentivo de expandir sus activos indefinidamente demandando fondos adicionales a los hogares (depósitos). Para limitar este comportamiento, [Gertler y Karadi \(2011\)](#) introducen un problema de riesgo moral entre el intermediario financiero y los depositantes (los hogares) que deriva en una restricción endógena al crédito bancario. A diferencia de estos autores y de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), acá dejamos de lado este supuesto, debido a que asigna una capacidad excesiva a los depositantes, pues supone que estos conocen el ratio de apalancamiento bancario y logran coordinarse adecuadamente para depositar los montos correctos que obligan al banco a cumplir la restricción que impide que abuse, lo que no es necesariamente realista, sobre todo en un contexto de estrés financiero, donde la información sobre la solvencia bancaria es excepcionalmente costosa. Para lidiar con ello, introducimos un supuesto adicional en la modelación bancaria. Ahora el costo de información y coordinación entre agentes es prohibitivo. En ese sentido, el límite a la expansión de los activos bancarios no puede sostenerse en la conducta de los depositantes. Para evitar el aprovechamiento del banquero ante esta situación, se instaure un regulador bancario en el modelo, cuyo fin es velar por la estabi-

alidad del sistema financiero en su conjunto a partir de la implementación de una política macroprudencial. El regulador, entonces, impone un requerimiento mínimo de capital a ser cumplido por todos los bancos:

$$rc_t = \frac{NB_t}{CB_t} \quad (27)$$

La nueva regla establece que el ratio entre el patrimonio y los activos bancarios (o la inversa del *leverage*, ϕ_t) debe ser igual a una variable rc_t establecida por el regulador, asumiendo, además, que todos los bancos cumplen estrictamente con esta regulación en todos los períodos. Esta nueva ecuación es la que determina la dinámica del crédito bancario. La política macroprudencial también establece (de manera implícita) la política de dividendos bancaria (μ_t), haciéndola dependiente de las condiciones de la economía²². Así, el requerimiento mínimo de capital puede expresarse del siguiente modo:

$$rc_t \equiv \frac{1}{\phi_t} \equiv \frac{NB_t}{CB_t} \equiv \frac{\mu_t - \varrho_t^{CB}}{\varrho_t^{NB}} \quad (28)$$

Luego, despejando para μ_t :

$$\mu_t = \frac{NB_t \varrho_t^{NB}}{CB_t} + \varrho_t^{CB} = \frac{V_t^b}{CB_t} \equiv \frac{V_t^b}{\phi_t NB_t} \quad (29)$$

El ratio $\frac{V_t^b}{CB_t}$ es la división entre el valor presente esperado de la riqueza terminal y la cantidad de activos bancarios en el período t y se puede interpretar como un indicador de la rentabilidad del sistema bancario, similar similar a la “ q ” de Tobin. Así, el regulador no sólo impone un límite a la expansión de los activos (haciéndolo proporcional al patrimonio bancario en una fracción $\frac{1}{rc_t}$), sino que también impone un límite a la política de dividendos bancaria. Si la economía se encuentra en una fase de crecimiento, el ratio $\frac{V_t^b}{CB_t}$ es positivo y existe un espacio para aumentar los dividendos que el banco desvía hacia sus hogares sin alterar la confianza de los depositantes. En cambio, en épocas recesivas, en que la rentabilidad bancaria se reduce, se hace necesario reducir μ_t para mantener la estabilidad en la captación de depósitos y el otorgamiento de créditos. En ese sentido, el regulador impone un requerimiento de capital suficientemente alto como para dejar al banquero indiferente entre retirar dividendos a su hogar y seguir acumulando utilidades al interior de su banco. Se hace notar que, para facilitar la agregación entre agentes, el requerimiento mínimo de capital (rc_t) y el límite implícito en la política de dividendos (μ_t) están en función de variables agregadas. Se puede interpretar que ello es así por el carácter macroprudencial de la política que, a dife-

²²En el anexo C se describe de forma breve el sector bancario a la Gertler y Karadi (2011), donde se explican e interpretan las variables ϱ_t^{CB} , ϱ_t^{NB} y μ .

rencia de una regulación individual, analiza el sistema financiero en su conjunto. Finalmente, el patrimonio bancario agregado es la suma ponderada del patrimonio de los intermediarios que se mantienen en el sector, $\bar{N}B_t \equiv (r_t^{CB} - r_t)CB_{t-1} + r_tNB_{t-1}$, y el patrimonio inicial con que inician los nuevos bancos que ingresan a la economía, que se supone es una fracción del patrimonio bancario en la senda de crecimiento balanceado $N_t^n \equiv \frac{\iota}{1-\theta} nb A_{t-1}$, donde ι es el porcentaje de inyección de capital a los nuevos bancos. Entonces:

$$NB_t = \theta\bar{N}B_t + (1 - \theta)N_t^n = \theta[(r_t^{CB} - r_t)CB_{t-1} + r_tNB_{t-1}] + \iota nb A_{t-1} \quad (30)$$

3.5. Política económica

Política macroprudencial El regulador bancario instauro un requerimiento mínimo de capital que se cumple de forma activa en todos los períodos. Existen dos posibles regímenes que la autoridad macroprudencial puede seguir. El primero de ellos se basa en el esquema regulatorio de Basilea II, tal que:

$$rc_t = \bar{rc} = 8\% \quad (31)$$

En este caso, el requerimiento mínimo de capital es un tope fijo de 8% del patrimonio bancario respecto a los activos. El segundo régimen macroprudencial introduce las propuestas de Basilea III, así:

$$rc_t = \max \left\{ 8\%; \min \left(\bar{rc} \left(\frac{CB_t}{\bar{CB}} \right)^{\nu_f}; 13\% \right) \right\} \quad (32)$$

En este caso, el valor de estado estacionario estocástico del requerimiento mínimo varía en el tiempo, con una media de $\bar{rc} = 10,5\%$. En este esquema, se reconoce que el requerimiento mínimo de capital tiene límites extremos de 8% y 13%; además, este componente sigue la dinámica del ciclo crediticio si $\nu_f > 0$. La calibración de ν_f es tal que evita que rc_t salga del intervalo señalado. En tanto, si $\nu_f = 0$ el requerimiento de capital bancario es fijo en 10,5%, lo que implica que, a diferencia del esquema de Basilea II, sólo se ha añadido el denominado “colchón de conservación”.

Política monetaria La política monetaria actúa mediante una regla de Taylor descrita de la siguiente forma:

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\alpha_\pi} \left(\frac{Y_t/Y_{t-1}}{a_{t-1}} \right)^{\alpha_y} \left(\frac{CB_t}{\bar{CB}} \right)^{\alpha_f} \right]^{1-\rho_R} \quad (33)$$

donde R_t es la tasa de interés nominal que maneja la autoridad monetaria, π_t es la inflación del IPC, y Y_t es el PIB. Además, $\bar{\pi}$ se define como la meta de inflación del banco central y \bar{CB}

es el valor del crédito bancario en estado estacionario. Luego, cuando $\alpha_f > 0$ la autoridad monetaria reacciona a las condiciones financieras de la economía mediante una conducta *leaning against the wind*.

Política fiscal La restricción presupuestaria del gobierno es la siguiente:

$$G_t + r_t B_{t-1} = T_t + B_t + \xi p_t^{co} Y_t^{co} \quad (34)$$

Es decir, el gobierno dirige la política fiscal gastando una cantidad exógena de bienes finales G_t , obteniendo ingresos *lump-sum* T_t y tributos generados por el sector primario-exportador y emitiendo deuda a un período en moneda nacional. Se asume que el gasto público (G_t) sigue un proceso exógeno AR(1).

3.6. El resto del mundo

Los agentes externos demandan bienes compuestos domésticos y *commodities*, sin la presencia de costos de transacción ni barreras comerciales. Se asume que la economía doméstica es pequeña en relación a la economía externa, por lo que el nivel de precios del productor doméstico es igual al índice de precios basado en el consumo externo ($P_t^{M*} \equiv P_t^*$). Siendo P_t^{H*} el precio del bien doméstico compuesto expresado en moneda extranjera y asumiendo transabilidad completa y precios de exportación competitivos, la ley de un solo precio se mantiene de forma separada para los bienes domésticos compuestos y los *commodities*, tal que $P_t^H = S_t P_t^{H*}$ y $P_t^{co} = S_t P_t^{co*}$. Teniendo en cuenta la ecuación 12, el tipo de cambio real puede expresarse del siguiente modo:

$$rer_t = \frac{S_t P_t^*}{P_t} = \frac{S_t P_t^M}{P_t} = \frac{P_t^M mc_t^M}{P_t} = p_t^M mc_t^M \quad (35)$$

La ecuación 35 se puede reescribir de la siguiente forma: $rer_t/rer_{t-1} = \pi_t^S \pi_t^*/\pi_t$, donde π_t^* es la inflación externa (que evoluciona exógenamente) y $\pi_t^S = S_t/S_{t-1}$ es la depreciación cambiaria. En tanto que el precio del *commodity* en términos domésticos es el siguiente:

$$p_t^{co} = \frac{P_t^{co}}{P_t} = \frac{S_t P_t^{co*}}{P_t} = \frac{S_t P_t^*}{P_t} p_t^{co*} = rer_t p_t^{co*} \quad (36)$$

En relación a la demanda externa por bienes domésticos compuestos (X_t), evoluciona de la siguiente manera:

$$X_t = \gamma^* \left(\frac{P_t^{H*}}{P_t^*} \right)^{-\varphi^*} Y_t^* \quad (37)$$

donde Y_t^* es la demanda agregada externa que evoluciona de forma exógena.

3.7. Agregación y equilibrio de mercado

Se define a la balanza comercial del siguiente modo:

$$TB_t = p_t^H X_t + rer_t p_t^{co*} Y_t^{co} - rer_t M_t \quad (38)$$

Por otra parte, el PIB real sigue la siguiente identidad

$$Y_t \equiv C_t + INV_t + G_t + X_t + Y_t^{co} - M_t \quad (39)$$

En tanto que se define el deflactor del PIB como un precio relativo, expresado en términos del bien de consumo final:

$$p_t^Y Y_t = C_t + INV_t + G_t + TB_t \quad (40)$$

Se define el índice de precios del bien de consumo final (que es el mismo para la inversión y el gasto público) de forma análoga a la canasta de bienes finales. Así, sea P_t el índice de precios, entonces:

$$P_t = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\varphi}} P_t^H \frac{\varphi-1}{\varphi} + \gamma^{\frac{1}{\varphi}} P_t^M \frac{\varphi-1}{\varphi} \right]^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \quad (41)$$

donde $P_t^H = \left[\int_0^1 P_t^H(j)^{\frac{\epsilon_H-1}{\epsilon_H}} dj \right]^{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H-1}}$ y $P_t^M = \left[\int_0^1 P_t^M(j)^{\frac{\epsilon_M-1}{\epsilon_M}} dj \right]^{\frac{\epsilon_M}{\epsilon_M-1}}$, son los índices de precios de los bienes compuestos domésticos e importados.²³ Para finalizar, se define la posición de activos externos netos de la economía, que evoluciona de la siguiente manera:

$$rer_t B_t^* = rer_t r_t^* B_{t-1}^* + TB_t - (1 - \xi) rer_t p_t^{co*} Y_t^{co} \quad (42)$$

3.8. Procesos exógenos

A diferencia de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), se ha considerado el número mínimo de procesos exógenos que soporta el modelo, debido a que el objetivo del trabajo es realizar simulaciones ante un choque de riesgo financiero y no obtener estimaciones de parámetros relevantes. Así, las variables que evolucionan mediante procesos exógenos son: $\zeta_t, z_t, a_t, g_t, R_t^*, \pi_t^*, y_t^*, p_t^{co*}, y_t^{co}$ y

²³Por tanto, se define $p_t^H = \frac{P_t^H}{P_t}$, $p_t^M = \frac{P_t^M}{P_t}$ y $p_t^Y = \frac{P_t^Y}{P_t}$. Luego, la ecuación 40 puede escribirse así:

$$P_t^Y Y_t = P_t(C_t + INV_t + G_t) + P_t^H X_t + P_t^{co} Y_t^{co} - S_t P_t^* M_t$$

$\sigma_{\omega,t}$. El proceso que sigue cada uno de ellos es el siguiente:

$$\log(x_t/\bar{x}) = \rho_x \log(x_{t-1}/\bar{x}) + \varepsilon_t^x \quad (43)$$

donde $\rho_x \in [0, 1)$ y $\bar{x} > 0$, siendo $x = \{\zeta, z, a, g, R^*, \pi^*, y^*, p^{co*}, y^{co}, \sigma_\omega\}$ y ε_t^x son *shocks* gaussianos de naturaleza *i.i.d.*.

3.9. Evaluación de bienestar de reglas de política

La evaluación de los distintos arreglos monetarios-macropudenciales se realiza mediante el cómputo de una medida de costo de bienestar condicional estableciendo un modelo base a partir del cual se hacen las comparaciones con regímenes alternativos. En este caso, el modelo base es aquél que cuenta con un requerimiento de capital fijo a un valor de 8% (como en Basilea II) y una regla monetaria simple que responde sólo a las desviaciones de la inflación respecto a su meta y el crecimiento del PIB, es decir $\alpha_f = 0$. Siguiendo la metodología propuesta por [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#), se define la función de bienestar condicional asociada al modelo base:

$$W_{0,t}^b = E_0 \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left(\log(C_{t+k}^b - \varsigma C_{t+k-1}^b) - \kappa \frac{h_{t+k}^b{}^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \quad (44)$$

donde C_t^b y h_t^b son el consumo y las horas trabajadas del modelo base, respectivamente. De forma análoga, se establece el bienestar condicional asociado a alguno de los regímenes alternos:

$$W_{0,t}^a = E_0 \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left(\log(C_{t+k}^a - \varsigma C_{t+k-1}^a) - \kappa \frac{h_{t+k}^a{}^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \quad (45)$$

Cuando el modelo se soluciona mediante una expansión de Taylor de segundo orden, el valor esperado de cualquier variable difiere de su estado estacionario por un término de corrección constante que se definirá como $\frac{1}{2}\Delta$ ²⁴. Luego, la medida de bienestar condicional puede expresarse del siguiente modo:

$$W_{0,t} = \bar{W}_0 + \frac{1}{2}\Delta[W_0] \quad (46)$$

Por otra parte, se define Ψ como la fracción de consumo que un hogar en el régimen base está dispuesto a renunciar para estar tan bien en el régimen alterno como en el base, de tal

²⁴Véase el anexo de [Faia y Monacelli \(2007\)](#).

forma que se tiene:

$$W_0^a = E_0 \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left(\log \left((1 - \Psi) C_{t+k}^b - \varsigma C_{t+k-1}^b \right) - \kappa \frac{h_{t+k}^b}{1 + \eta} \right) \quad (47)$$

De acuerdo a la forma funcional de la utilidad, la solución a este problema lleva a la siguiente igualdad

$$\Psi = - \left(\frac{\Delta[W_0^a] - \Delta[W_0^b]}{\frac{\beta}{1-\beta} + \frac{1}{1-\varsigma}} \right) \times \frac{\sigma_\omega^2}{2} \times 100 \quad (48)$$

Así, Ψ es una medida de costo o pérdida de bienestar, por lo que un mayor valor de Ψ implica una política menos deseable o más costosa y su valor negativo corresponde a una ganancia de bienestar. Al tomar una aproximación de segundo orden al modelo, se evitan *rankings* espurios de bienestar entre distintos arreglos monetarios-macprudenciales, como se aconseja en [Kim y Kim \(2003\)](#).

3.10. Calibración y simulaciones

La calibración del modelo se muestra en el anexo [D.1](#). Se sigue la calibración inicial de [García-Cicco et al. \(2014\)](#) más la estimación de los parámetros relevantes del modelo (que los autores llaman GK-BGG) para la economía chilena, presentada en el mismo artículo²⁵. La frecuencia temporal de la calibración es trimestral. Así, los hábitos de consumo se calibran en 0,71, siguiendo la estimación de los autores. Existe un conjunto de parámetros cuyo valor es similar al considerado en [Medina y Soto \(2005\)](#). La tasa de depreciación del capital se calibra en 0,015; además, los parámetros de participación del capital en la función de producción (33%), y la elasticidad de sustitución intra bienes domésticos ($\epsilon_H = 11$) e importados ($\epsilon_M = 11$), también son obtenidos del mismo estudio. En tanto, la elasticidad de la oferta laboral (de Frisch) toma el valor de 1, siguiendo a [Adolfson et al. \(2007\)](#). Luego, un conjunto de parámetros son obtenidos a partir de información de las principales cuentas macroeconómicas de Chile para el período 1987-2012. Se tiene, por ejemplo, al ratio de bienes importados en la canasta de consumo (γ), que es igual a 32% y corresponde al ratio promedio de las importaciones sobre la absorción interna. Asimismo, la participación gubernamental en el sector *commodities* ($\xi = 61\%$) corresponde a una ponderación entre la participación de Codelco en la producción de cobre nacional y la tasa de impuesto (o *royalties*, de forma general) aplicada a la minería privada durante el período considerado. Otros ratios son los de balanza comercial como porcentaje del PIB (4%), gasto público como porcentaje del PIB

²⁵Se utiliza los valores de la estimación que incluye variables financieras, a saber, el *spread* entre la tasa de préstamos a 90 días y la tasa de política monetaria, y el *spread* de tasas de bonos corporativos A vs AAA.

(11 %) y producción de *commodities* respecto del PIB total (10 %). Respecto a la elasticidad de la prima de riesgo cambiaria, esta es de 0,01, un valor pequeño y estándar en la literatura de economías pequeñas y abiertas, de tal forma que se garantiza la estacionariedad del modelo sin generar cambios significativos en la dinámica de las variables. La elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados (ψ) se calibra con un valor de 1,37, y la elasticidad de la demanda por exportaciones (ψ^*) es de 0,43. El parámetro que mide el costo de ajuste de la inversión toma el valor de 1,22, obtenido a partir de la estimación de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), y que llama la atención al ser menor que el valor convencional para este parámetro (entre 2 y 4); los autores señalan que esto se debe a la presencia de fricciones financieras en el modelo. Otros parámetros calibrados a partir de la estimación de los autores son los que rigen la dinámica de los salarios y de la inflación de bienes domésticos e importados. Así, la probabilidad de Calvo para los salarios se calibra con un valor de 0,95, lo que indica que el hogar logra optimizar sus salarios en 5 % de los mercados en los que participa y que, en promedio, los salarios no varían en 20 trimestres; en los restantes mercados los salarios se indexan a la inflación pasada con un parámetro de ponderación de 0,32. En el caso de la inflación doméstica, la probabilidad de Calvo es de 0,47, lo que indica que los precios domésticos se mantienen fijos en promedio alrededor de 2 trimestres, y el grado de indexación a la inflación pasada es del 43 %. Para el caso de la inflación importada, estos parámetros son de 0,85 (precios fijos durante 7 trimestres en promedio) y 0,38, respectivamente. En relación a los parámetros de política monetaria, el grado de inercia se calibra con un valor de 0 (a diferencia del valor estimado para Chile de 0,79). Aquí se asume como en [Gertler y Karadi \(2011\)](#) que en épocas de crisis el banco central abandona el suavizamiento de tasas de interés debido a que en un contexto de estrés financiero no puede administrar expectativas como en “épocas normales”, por lo que debe actuar de forma más rápida²⁶. En tanto, la respuesta monetaria a las desviaciones de la inflación respecto a su meta, al crecimiento del PIB y al ciclo del crédito son de 1,49, 0,14 y 0,07, respectivamente. Por el lado macroprudencial, a diferencia de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), aquí no se calibra el valor de estado estacionario del *leverage* bancario (que en el estudio referenciado es igual a 9), sino que se reemplaza por el valor de estado estacionario del requerimiento mínimo de capital que, dependiendo del esquema regulatorio considerado (Basilea II o Basilea III) toma valores de 8 % o 10,5 %. En tanto, el valor inicial de ν_f es de 1,4. Es importante mencionar que los valores de la regla de política monetaria y macroprudencial son referenciales, habida cuenta que el objetivo del trabajo es obtener los valores óptimos de estos parámetros ante un choque de riesgo

²⁶Este argumento también tiene un sustento empírico. En [Schmidt-Hebbel y Muñoz \(2012\)](#), se muestra que durante la reciente crisis financiera global los bancos centrales actuaron con un menor grado de inercia en sus respectivas reglas monetarias.

financiero. En tanto, los valores que describen la naturaleza del choque de riesgo se calibran en 0,89 para el grado de persistencia del mismo y 0,01 para la desviación estándar del choque

Finalmente, en el cuadro 2, se detallan los regímenes que competirán en las simulaciones. En total son 6 simulaciones. El modelo base, como se mencionó, corresponde a una regla monetaria tradicional, con respuestas sólo a la inflación y el crecimiento económico, y una regla macroprudencial fija con un tope máximo de 8% (régimen I⁰). Luego se añade un componente de respuesta financiera en la regla monetaria (régimen II⁰). Ambos regímenes están dentro del ámbito regulatorio de Basilea II. Posteriormente, se realizan dos simulaciones para la regla monetaria, aunque ahora aumentando el tope del requerimiento de capital a 10,5%. Estos últimos escenarios (regímenes I y II) se entienden como una implementación a medias de Basilea III, sin considerar ningún componente cíclico en la respuesta de política macroprudencial pero instaurando topes fijos más rigurosos. Finalmente, se realizan dos simulaciones adicionales donde se incorpora una regla macroprudencial que responde al ciclo crediticio, como lo propone Basilea III. Si la regla monetaria es la tradicional, entonces nos encontramos en el régimen III; si se añade una respuesta financiera, el régimen es el IV. El objetivo del trabajo es evaluar si la política monetaria debe responder a un indicador financiero cuando está presente una regla macroprudencial *a la* Basilea III; es decir, se busca comprobar si el costo de bienestar generado por el régimen IV es menor al del régimen III.

Cuadro 2: Plan de simulaciones

Regulación	Régimen	Política monetaria	Pol. macroprudencial	
			ν_f	$\bar{r}c$
Basilea II	I ⁰	Tradicional ($\alpha_f = 0$)	Fija ($\nu_f = 0$)	8 %
	II ⁰	Rpta. financiera ($\alpha_f > 0$)	Fija ($\nu_f = 0$)	8 %
Basilea III	I	Tradicional ($\alpha_f = 0$)	Fija ($\nu_f = 0$)	10,5 %
	II	Rpta. financiera ($\alpha_f > 0$)	Fija ($\nu_f = 0$)	10,5 %
	III	Tradicional ($\alpha_f = 0$)	Cíclica ($\nu_f > 0$)	10,5 %
	IV	Rpta. financiera ($\alpha_f > 0$)	Cíclica ($\nu_f > 0$)	10,5 %

4. Resultados

4.1. Búsqueda de parámetros óptimos

Siguiendo el trabajo de [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#), la comparación de distintos regímenes se realiza calibrando los instrumentos de política económica con parámetros óptimos en base a un criterio de bienestar. Para obtener estos valores, se hizo una búsqueda multidimensional para los parámetros α_π , α_y , α_f y ν_f , que conjuntamente minimicen Ψ cuando el modelo es afectado por un choque de riesgo financiero. Con el fin de obtener reglas de política óptimas e implementables, cada una de ellas debe cumplir con estos tres requisitos:

- Deben asegurar unicidad local en el equilibrio de expectativas racionales.
- La regla de política monetaria debe inducir a una dinámica de equilibrio no negativo para la tasa de interés nominal; para ello se espera una baja volatilidad del instrumento de política respecto a su estado estacionario (\bar{R}). Así, se asume como requisito que $\bar{R} - 2\sigma_R > 0$, donde σ_R es la desviación estándar de la tasa de interés nominal.
- La regla de política macroprudencial debe inducir a una dinámica de equilibrio implementable para el requerimiento mínimo de capital, por lo que se espera que, en estado estacionario, cumpla con los límites establecidos por el regulador bancario. Así $\bar{r}c - 2\sigma_{rc} > 8\%$ y $\bar{r}c + 2\sigma_{rc} < 13\%$, donde σ_{rc} es la desviación estándar del requerimiento mínimo de capital.

Además, se limita el campo de búsqueda de los parámetros óptimos a intervalos específicos, utilizando en cada caso una “grilla” de 0,1. Para α_y , el intervalo de búsqueda es de $[0 : 3]$, como en [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#). En cambio, para α_π , este intervalo se reduce a $[1,1 : 3]$, debido a que valores entre 0 y 1 no inducen a un equilibrio de expectativas racionales, como se observa en la figura 3. En tanto, para α_f , se asume un campo de búsqueda entre $[0 : 1]$, siguiendo la recomendación de [Curdia y Woodford \(2010\)](#), aunque manteniendo cautela para determinados valores que no permiten la implementabilidad de la regla (véase la figura 4). Finalmente, el intervalo donde se obtiene el parámetro óptimo de ν_f es de $[0 : 2,8]$. Estos límites se definieron después de realizar simulaciones con data real del ciclo de crédito bancario de Chile para el período 1986-2015, buscando el máximo valor de ν_f que permita que el requerimiento de capital se encuentre en un intervalo entre 8% y 13%. En la figura 5 se observa la probabilidad que el requerimiento mínimo de capital salga del intervalo establecido por el regulador macroprudencial. En este trabajo se considera que el componente cíclico de la regla macroprudencial no cuenta con un parámetro inercial, por lo que el mayor valor de ν_f que cumple con los requisitos es 2,8.

Figura 3. Regiones implementables y costo de bienestar para α_π y α_y

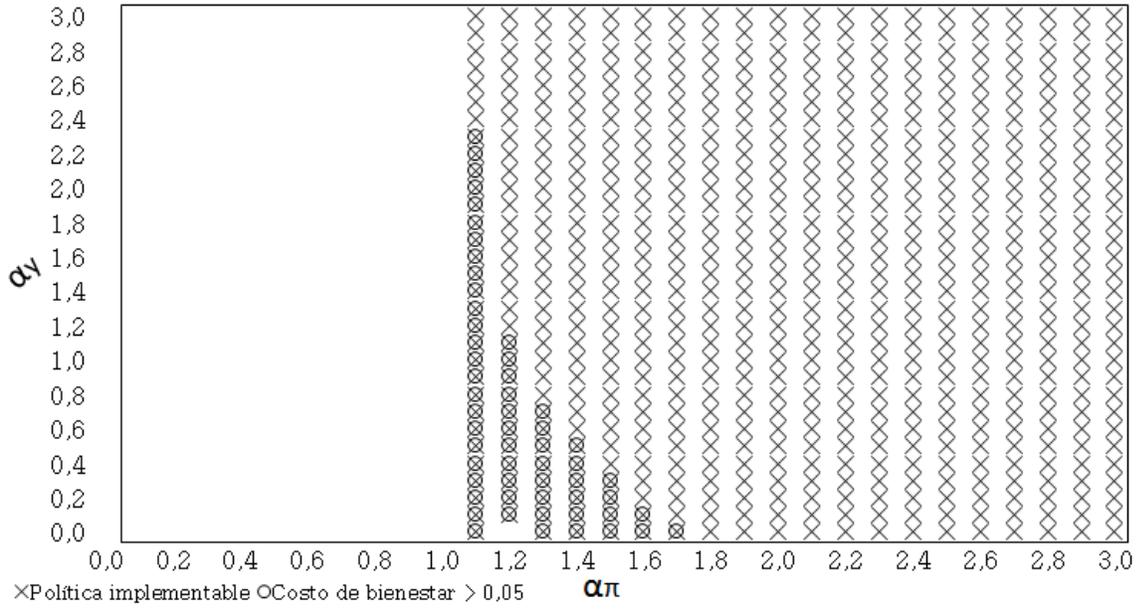


Figura 4. Regiones implementables y costo de bienestar para α_f y ν_f

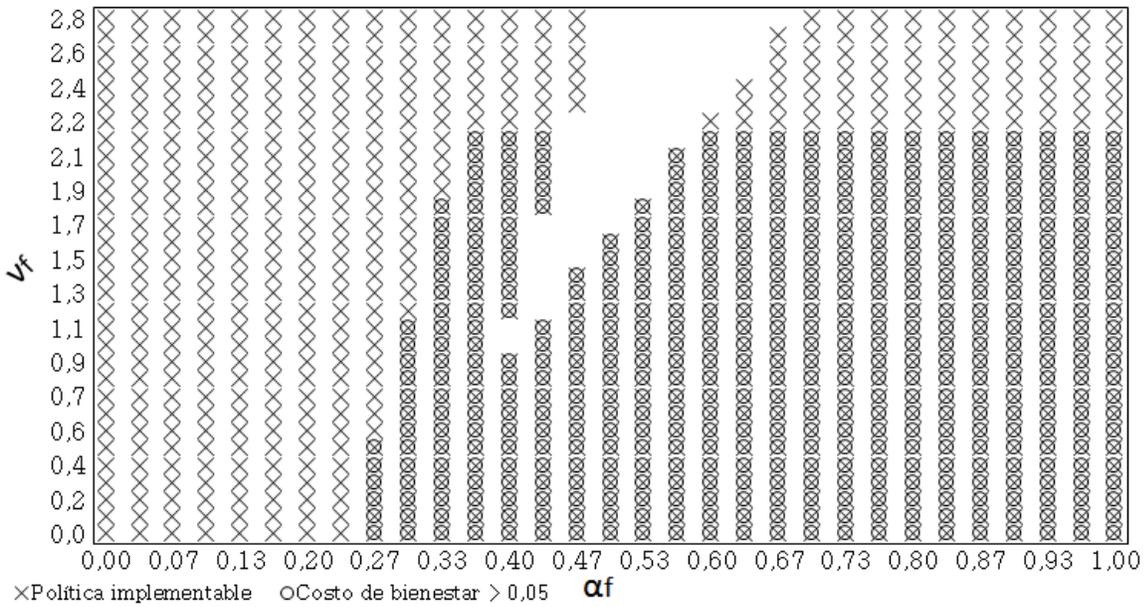
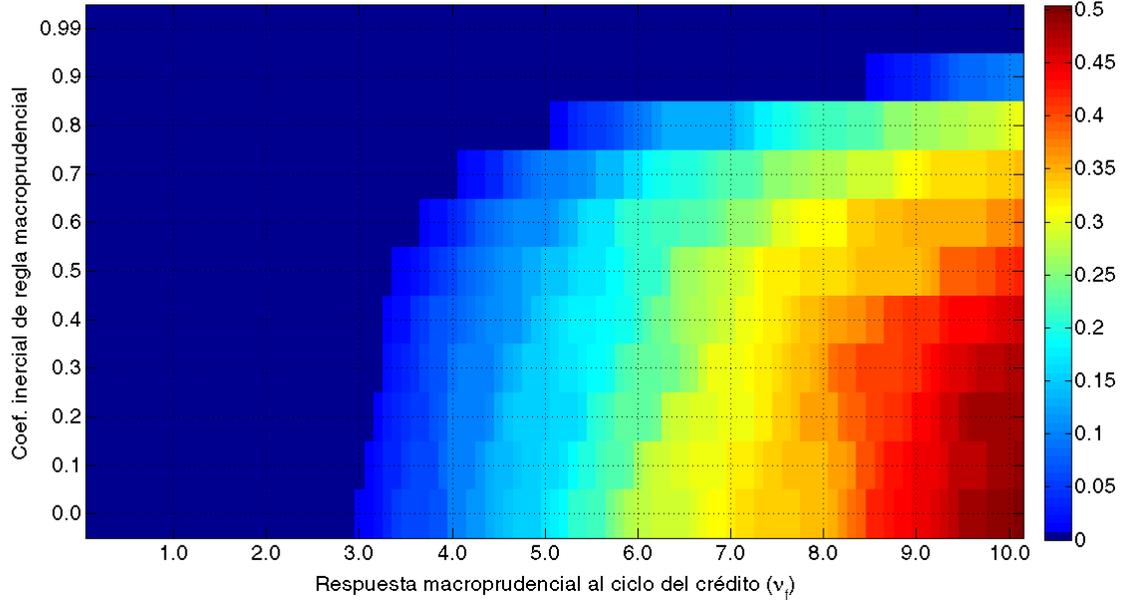


Figura 5. Probabilidad de incumplimiento de rc_t para valores de ν_f



El eje vertical muestra valores de un posible parámetro de inercia en la ecuación 32.

Los parámetros óptimos obtenidos de este ejercicio se exponen en el cuadro 3. Los resultados muestran que el valor óptimo de $\alpha_\pi = 3$, que es el extremo superior del intervalo considerado, para todos los regímenes considerados. En tanto, para α_y el valor óptimo es de 2,3 cuando el modelo no cuenta con una regla macroprudencial cíclica. Es decir, ante un choque de riesgo financiero, lo menos costoso, en términos de bienestar del consumidor, es un banco central que responda de forma agresiva a desviaciones de la inflación respecto a su meta y, en menor medida, al crecimiento económico. De esta manera la autoridad monetaria busca controlar las expectativas de inflación por parte de los agentes, asegurándoles una respuesta fuerte que evite una recesión mayor y -por tanto- una caída de la inflación más pronunciada. El valor de α_π es similar al obtenido en el trabajo de [Benes y Kumhof \(2015\)](#), en tanto que el valor de α_y se aleja de los resultados de ese trabajo (que encuentran un valor de 0,1 para ese parámetro), aunque es necesario subrayar que la regla monetaria establecida aquí responde al crecimiento del PIB, mientras que en el trabajo referenciado lo hace al ciclo económico²⁷. Se observa que pasar de un régimen con regla macroprudencial fija en un tope del 8% en el requerimiento mínimo de capital bancario, como lo establece Basilea II, a uno con tope fijo de 10,5%, añadiéndole el denominado “colchón de conservación”, no

²⁷Como se menciona en [Caputo et al. \(2011\)](#), cuando la regla de Taylor responde al crecimiento, la respuesta monetaria es menos agresiva. Por tanto, la calibración óptima requiere de un valor mayor para hacer frente al choque financiero. Como se verá más adelante, cuando la regla monetaria está especificada en función al ciclo económico, el parámetro óptimo de α_y es 0,3, más cercano a lo obtenido en [Benes y Kumhof \(2015\)](#).

modifica el valor de los parámetros óptimos de la política monetaria. Cuando se incorpora el componente cíclico a la regla macroprudencial, siguiendo las recomendaciones de Basilea III, el valor de α_y disminuye levemente a 2,2, dando a entender que, en cierta medida, la política macroprudencial alivia la carga monetaria en la estabilización del producto. El valor óptimo de $\nu_f = 2,8$ que es también el extremo superior, lo cual es esperable, debido a que el choque de riesgo financiero tiende a afectar directamente al crédito bancario, por lo que una respuesta de política enfocada directamente en la dinámica de esta variable siempre es óptima. Así, mientras mayor sea ν_f , mayor ganancia de bienestar se obtiene. Claro está que el valor de ν_f debe asegurar los requerimientos de implementabilidad propuestos al inicio de esta sección y ser un valor razonable para la economía analizada²⁸. Finalmente, se muestra que el parámetro α_f toma valores de cero en todas las simulaciones consideradas. Este es un resultado importante para el objetivo de este trabajo y da a entender que, ante un choque financiero, no existen ganancias de bienestar significativas cuando la autoridad monetaria hace reaccionar su instrumento principal a las condiciones financieras de la economía, por lo que es preferible que se limite a promover sus objetivos básicos de estabilización de la inflación y, en menor medida, del producto. La explicación de este resultado, detallada más adelante, es que una respuesta monetaria a las condiciones financieras tiende a desbordar las expectativas inflacionarias de los agentes en una economía abierta, lo que hace más costosa la estabilización macroeconómica. De este análisis inicial se desprende que el mejor escenario posible para controlar un choque de riesgo financiero negativo por parte del banco central, es mediante el uso de una regla monetaria que responda sólo a desvíos de la inflación y del crecimiento económico.

Cuadro 3: Parámetros óptimos bajo un *shock* de riesgo financiero ($\rho_R = 0$).

Parámetros	α_π	α_y	α_f	ν_f
<i>Regla macroprudencial fija, $\bar{r}c = 8\%$</i>				
I ⁰	3,0	2,3	---	---
II ⁰	3,0	2,3	0,0	---
<i>Regla macroprudencial fija, $\bar{r}c = 10,5\%$</i>				
I	3,0	2,3	---	---
II	3,0	2,3	0,0	---
<i>Regla macroprudencial cíclica, $\bar{r}c = 10,5\%$</i>				
III	3,0	2,2	---	2,8
IV	3,0	2,2	0,0	2,8

²⁸En Benes y Kumhof (2015) la calibración de la respuesta macroprudencial al ciclo crediticio toma un intervalo de $[0 : 6]$. En este caso, los autores toman el valor del límite superior como el máximo que evita salirse del intervalo establecido por el regulador macroprudencial, aunque con una tolerancia de 0,5%.

4.2. *Ranking de bienestar y mecanismo de transmisión del choque de riesgo financiero*

Esta sección se divide, a la vez, en 4 subsecciones, cada una de ellas con un tipo de análisis determinado. En la primera, se evalúa el *ranking* de bienestar de regímenes con reglas calibradas y con reglas óptimas, presentando el indicador de bienestar cuantitativo (Ψ) derivado en cada escenario. La segunda subsección explica, mediante el análisis de indicadores adicionales al costo de bienestar, el por qué una regla monetaria con respuesta financiera no es beneficiosa ante un choque de riesgo como el descrito en este trabajo. La tercera parte describe algunas características importantes del régimen monetario-macroprudencial que mayor ganancia de bienestar genera, a saber, una regla monetaria que responde sólo a la inflación y el PIB y una regla macroprudencial cíclica, en términos de la interacción entre políticas y la volatilidad de sus respectivos instrumentos. Finalmente, la última sección describe el análisis de las funciones impulso respuesta entre los regímenes óptimos I y III.

Ranking de bienestar En esta sección detallamos los valores de Ψ obtenidos en cada simulación realizada, incluyendo además, los valores del indicador de bienestar cuando las reglas monetaria y macroprudencial son calibradas con los parámetros mencionados en la subsección 3.10, es decir con $\alpha_\pi = 1,49$, $\alpha_y = 0,14$, manteniendo el supuesto que $\rho_R = 0$. Cuando la regla monetaria responde al ciclo del crédito bancario, se asume que el parámetro de respuesta es la mitad que el del crecimiento del PIB, por lo que $\alpha_f = 0,07$. En tanto el valor de $\nu_f = 1,4$, la mitad del intervalo considerado para la búsqueda óptima de parámetros. A los modelos que cuentan con esta calibración los llamaremos “modelos calibrados”²⁹ Si bien los valores de los últimos dos parámetros son seleccionados de forma arbitraria, el ejercicio nos sirve para comprobar el espacio existente en ganancia de bienestar entre un modelo con parámetros razonables en las reglas de política monetaria y macroprudencial con aquél que cuenta con parámetros que optimizan un criterio de bienestar determinado. Cabe recordar que el escenario base, a partir del cual se hacen todas las comparaciones, es un modelo con un régimen macroprudencial *a la* Basilea II, es decir, con una regla macroprudencial fija a un tope del 8% para el requerimiento mínimo de capital y con una regla monetaria sin respuesta financiera. Los resultados se muestran en el cuadro 4, haciendo la diferencia entre aquellos modelos con parámetros calibrados y los que utilizan los parámetros óptimos detallados en la sección anterior. Cuando se implementan políticas óptimas, no se consideran los regímenes II y IV porque el costo de bienestar derivado de ellas es el mismo que los regímenes I y III respectivamente (dado que $\alpha_f = 0$).

²⁹Si bien todos los modelos cuentan con parámetros en las reglas monetaria y macroprudencial

Cuadro 4: Costo de bienestar (%)

Regimen	Ψ
<i>Modelos calibrados</i>	
I ⁰ con $\bar{r}c = 8\%$	0,0712
II ⁰ con $\bar{r}c = 8\%$	0,1211
I con $\bar{r}c = 10,5\%$	0,0667
II con $\bar{r}c = 10,5\%$	0,1289
III con $\bar{r}c = 10,5\%$	0,0040
IV con $\bar{r}c = 10,5\%$	0,0940
<i>Reglas óptimas</i>	
I ⁰ con $\bar{r}c = 8\%$ (modelo base)	--
I con $\bar{r}c = 10,5\%$	-0,0003
III con $\bar{r}c = 10,5\%$	-0,0465

Nótese que la mayoría de valores de Ψ son de magnitud pequeña, algo común en análisis de este tipo (véase [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#), por ejemplo). Se observa que, para el caso de los modelos con reglas calibradas, el régimen que genera mayor costo de bienestar es aquél en el que la regla monetaria responde al ciclo crediticio y la regla macroprudencial incluye el denominado “colchón de conservación”, por lo que el tope fijo del requerimiento de capital es de 10,5%. Llama la atención que cuando se utiliza una regla monetaria tradicional, sin respuesta a condiciones financieras, el paso de un régimen de tope fijo de 8% a uno con tope de 10,5% implica una reducción del costo de bienestar, mientras que cuando existe una regla monetaria que responde al ciclo crediticio, una regulación macroprudencial más estricta implica un aumento del costo de bienestar. La explicación está en la mayor volatilidad macroeconómica que genera una regla que responde a las condiciones financieras, como se mostrará más adelante. Finalmente, del análisis de los modelos calibrados se observa que utilizar una regla macroprudencial cíclica, en la que un porcentaje del requerimiento mínimo de capital se mueve conjuntamente con las condiciones financieras de la economía, implica, para cualquier regla monetaria, un menor costo de bienestar respecto a los regímenes en los que este *buffer* dinámico no existe. Así, de todos los modelos calibrados, aquél que reduce en mayor medida el costo de bienestar es el que posee una regla monetaria sin respuesta al ciclo del crédito y una regulación macroprudencial con un componente del requerimiento mínimo de capital, que es dinámico. En tanto, la parte final del cuadro muestra el valor de Ψ para los modelos con parámetros óptimos. En este caso, se observa que pasar de un régimen macroprudencial *a la* Basilea II (modelo base) a uno en el que se implementa un límite mayor al requerimiento mínimo de capital (de 8% a 10,5%) genera ganancias de bienestar,

aunque de una magnitud muy pequeña. Para obtener mayores ganancias de bienestar a partir de la regulación macroprudencial, se necesita más que implementar topes fijos rigurosos en el requerimiento mínimo a los bancos. Se requiere que la herramienta macroprudencial sea cíclica, respondiendo al ciclo crediticio, como es la propuesta de Basilea III. Cuando se implementa una herramienta de esa naturaleza, la ganancia de bienestar se incrementa fuertemente, llegando a ser de alrededor de 0,047 % del consumo en estado estacionario³⁰. Al compararse el peor escenario calibrado con la mejor respuesta óptima, se obtiene una ganancia de bienestar de 0,175 %, mientras que la comparación entre el mejor régimen calibrado y la mejor respuesta óptima da una ganancia de bienestar de 0,051 %. De todo este análisis se demuestra que, en términos de bienestar del consumidor, la política monetaria no debe responder a condiciones financieras cuando se implementa un requerimiento de capital cíclico.

¿Por qué la regla monetaria no debe responder a un indicador financiero? En el cuadro 5 se añaden indicadores adicionales para cada uno de los regímenes óptimos analizados (I⁰, I y III), además de incorporar tres reglas (II^{0*}, II* y IV*) donde se calibra $\alpha_f = 0,1$ manteniendo los demás parámetros óptimos, con el fin de comparar los resultados con aquellos escenarios en que la autoridad monetaria responde a un indicador financiero. Se presentan las desviaciones estándar de la inflación (σ_π), del PIB (σ_y), de la tasa de interés de política monetaria (σ_R), del tipo de cambio real (σ_{rer}) y del crédito bancario (σ_{CB}), además de añadir el valor de una función de pérdida *ad-hoc* de política monetaria ($\lambda_{BC} = \chi_\pi^{BC} \sigma_\pi^2 + \chi_y^{BC} \sigma_y^2 + \chi_R^{BC} \sigma_R^2$, donde $\chi_\pi^{BC} = 1$, $\chi_y^{BC} = 0,5$ y $\chi_R^{BC} = 0,1$) y, siguiendo el trabajo de Angelini *et al.* (2012), una función de pérdida macroprudencial ($\lambda_{MP} = \chi_{CB}^{MP} \sigma_{CB}^2 + \chi_y^{MP} \sigma_y^2 + \chi_{rc}^{MP} \sigma_{rc}^2$, donde $\chi_{CB}^{MP} = 1$, $\chi_y^{MP} = 0,5$ y $\chi_{rc}^{MP} = 0,1$, siendo σ_{rc} la desviación estándar del requerimiento mínimo de capital, valor no reportado en el cuadro). Es importante recalcar que estas funciones de pérdida son derivadas de las reglas óptimas anteriormente obtenidas y no al revés. Finalmente, las últimas columnas muestran los requisitos de implementabilidad de cada una de las reglas, tanto la condición de *zero lower bound* (ZLB)³¹, en la que se espera que el valor de la tasa de interés en estado estacionario sea mayor a la volatilidad del instrumento monetario³², como

³⁰En Benes y Kumhof (2015), los autores obtienen una ganancia de bienestar de 0,09 % del consumo en estado estacionario al introducir una herramienta macroprudencial cíclica a la Basilea III. Sin embargo, es importante considerar que ese valor corresponde a un modelo afectado por diversos choques macroeconómicos y financieros y no sólo por el choque de riesgo financiero (*borrower riskiness shock* en el lenguaje de los autores) implementado aquí.

³¹Como se menciona en Schmitt-Grohé y Uribe (2007), debido a que el modelo se soluciona con el método de perturbación, esta metodología no es lo suficientemente capaz como para lidiar con restricciones de no negatividad, por lo que se requiere evaluar el cumplimiento de la ZLB de otra forma.

³²Si bien el cálculo de la diferencia entre la tasa de interés en estado estacionario y el doble de su volatilidad se realiza con la primera variable expresada en términos trimestrales, una vez realizada la diferenciación se

los límites del requerimiento mínimo de capital (límite inferior, LI , y superior, LS)³³.

Cuadro 5: Otros indicadores de bienestar e implementabilidad

Régimen	Desviaciones estándar (%)					λ_{BC} (%)	λ_{MP} (%)	ZLB (%)	$\bar{r}c$ (%)	
	σ_π	σ_y	σ_R	σ_{rer}	σ_{CB}				$\bar{R} - 2\sigma_R$	LI
<i>Regla fija, $\bar{r}c = 8\%$</i>										
I ⁰	0,44	6,59	2,00	10,81	34,62	0,223	12,20	5,63	8,0	8,0
II ^{0*}	1,34	8,27	1,77	9,72	38,67	0,363	15,29	5,65	8,0	8,0
<i>Regla fija, $\bar{r}c = 10,5\%$</i>										
I	0,44	6,61	1,98	10,76	34,97	0,224	12,45	5,63	10,5	10,5
II*	1,37	8,28	1,78	9,67	39,04	0,365	15,59	5,65	10,5	10,5
<i>Regla cíclica, $\bar{r}c = 10,5\%$</i>										
III	0,32	4,22	1,52	7,13	22,49	0,092	9,11	5,67	9,24	11,76
IV*	0,88	5,37	1,42	6,42	24,84	0,154	11,15	5,68	9,11	11,90

II^{0*}, II* y IV* corresponden a modelos con parámetros óptimos más una calibración de $\alpha_f = 0,10$.

Observando los casos en que no se impone una respuesta financiera (régimenes I⁰, I y III), los resultados muestran que una regulación macroprudencial con un límite fijo al requerimiento de capital más estricto (pasar de un $\bar{r}c = 8\%$ a un $\bar{r}c = 10,5\%$) no produce grandes cambios en la volatilidad de las principales variables, por lo que las funciones de pérdida monetaria y macroprudencial son similares. En tanto, la condición de ZLB se cumple, mostrando que ante un choque de riesgo financiero, la tasa de interés puede caer hasta en un 0,10% respecto a su valor de estado estacionario ($\bar{R} = 5,8\%$ en términos anuales)³⁴. Dado que el régimen I mantiene fijo el requerimiento de capital bancario, se cumple con el requisito de implementación de la regla macroprudencial. Lo interesante del cuadro se observa en los indicadores del régimen con regla macroprudencial cíclica (III). Lo resaltante es que la volatilidad de las principales variables macroeconómicas disminuye cuando se introduce un requerimiento de capital dinámico. En ese sentido, las funciones de pérdida monetaria y macroprudencial son menores, indicando que existe un menor costo en la estabilización macro cuando se encuentra presente la regla macroprudencial cíclica. Así, se puede decir que la implementación de las propuestas de Basilea III ayuda a reducir las fluctuaciones económicas ante choques financie-

transforma en términos anuales, tal como está expresada en el cuadro.

³³Aquí se espera que el valor de estado estacionario del requerimiento mínimo de capital se encuentre en un intervalo entre 8% y 10,5%.

³⁴Este resultado puede parecer pequeño si se le compara con las variaciones convencionales de la tasa de política monetaria observadas en la realidad (+/- 0,25%). Sin embargo, es importante notar que la magnitud de la desviación estándar considerada para fines de normalización es de 1% (En [García-Cicco et al. \(2014\)](#) los autores estiman este valor en 1,9%, lo que puede hacer disminuir el límite inferior para la tasa de interés establecido aquí). Además, en la realidad, el banco central se enfrenta a múltiples choques simultáneos que pueden provocar respuestas más agresivas que las observadas en esta investigación, donde se aísla el efecto del choque de riesgo financiero en la economía.

ros, mejorando el accionar de política monetaria y reduciendo la inestabilidad financiera³⁵. Llama la atención que la volatilidad de la tasa de interés en el régimen III sea menor que en cualquiera de los casos del régimen I, lo que indica que la introducción de un requerimiento de capital cíclico ayuda al accionar de política monetaria ante un choque financiero. Relacionado con ello, el indicador de *ZLB* es levemente superior al caso en que no existe regla macroprudencial cíclica, mientras que los requisitos de implementación macroprudencial se cumplen. Cuando se comparan estos resultados con escenarios donde se incluye una respuesta a las condiciones financieras en la regla monetaria ($\alpha_f = 0,10$), regímenes II^{0*}, II* y IV*, se observa que las conclusiones respecto a los beneficios de una regla macroprudencial *a la* Basilea III se mantienen. Sin embargo, la volatilidad del PIB, la inflación y el crédito son mayores cuando hay una respuesta de política monetaria al ciclo del crédito.

Este resultado se explica a través de las expectativas inflacionarias. Al implementar una regla de Taylor que responda a las condiciones financieras, los agentes interiorizan que, ante un choque de riesgo financiero, la tasa de interés se relajará de forma más drástica respecto al caso en que no existe esta respuesta financiera. Luego, esperarán una mayor depreciación cambiaria que incrementa los costos de las firmas importadoras, por lo que los agentes pronostican una mayor inflación en el futuro³⁶. En un contexto de expectativas racionales, ello implica un incremento en las presiones inflacionarias en el período actual. Al conocer este accionar, el banco central debe reducir su tasa de interés en menor medida que lo esperado por los agentes, para evitar presiones inflacionarias innecesarias (de ahí que la volatilidad de la tasa de interés sea menor en los regímenes II^{0*}, II* y IV*). Sin embargo, la menor reducción de tasas de interés se traduce en una menor reducción de la tasa de interés real, lo que genera que el consumo se active en menor magnitud, que la inversión se reduzca en mayor medida respecto al caso en que $\alpha_f = 0$ y que el tipo de cambio se deprecie en menor magnitud. Estos efectos se suman y generan una mayor caída del PIB. Esto produce, a su vez, un espiral inflacionario debido a que los agentes, al incorporar este resultado, esperarán reducciones de tasas de interés futuras de mayor magnitud que llevan a presiones inflacionarias mayores. En ese sentido, la función de pérdida del banco central (λ_{BC}) se incrementa cuando la autoridad monetaria responde a las condiciones financieras de la economía debido a la mayor dificultad que esta política genera para la estabilización macro. Por el lado bancario, la menor reducción de la tasa de interés lleva a que la tasa de interés bancaria sea

³⁵El concepto de inestabilidad financiera es difuso. Acá lo consideramos como lo hacen [Angelini et al. \(2012\)](#) y [Rubio y Carrasco-Gallego \(2014\)](#), relacionándolo con la volatilidad del crédito bancario.

³⁶Este canal es importante en nuestro modelo, habida cuenta que el régimen cambiario es flexible y todos los bienes finales son transables. En un régimen cambiario fijo o con intervención cambiaria, este efecto es menor.

mayor al caso en que $\alpha_f = 0$, lo que reduce aún más el crédito bancario e implica un accionar macroprudencial más activo. De ahí que λ_{MP} sea mayor en los regímenes II^{0*} , II^* y IV^* que cuando $\alpha_f = 0$.

En ese sentido, se puede argumentar que un contexto de estrés financiero, en el que las expectativas no pueden ser manejadas como en “tiempos normales”, una política monetaria que responda a las condiciones financieras (*leaning against the wind*), y por tanto sea más agresiva, reduce el bienestar de los hogares. Dicho en otras palabras, del modelo se infiere que los hogares valoran en mayor medida que la política monetaria se encargue de sus funciones de estabilización de precios (y del producto) y deje la estabilización financiera a la política macroprudencial, todo ello en un contexto de estrés financiero generado por el incremento del riesgo de crédito. Se acompaña esta explicación con las figuras 10 y 11 del anexo D, donde se grafica la ganancia de bienestar (es decir, el valor negativo de Ψ) y la función de pérdida (λ_{BC}) para distintos valores de α_f en un intervalo entre $[0 : 1]$, manteniendo los demás valores con los parámetros óptimos del régimen III. Se observa que para valores de $\alpha_f > 0$, la ganancia de bienestar es siempre menor y la función de pérdida siempre es mayor que el caso en que $\alpha_f = 0$. En tanto, en las figuras 12 y 13 del mismo anexo se muestran las fronteras de política para la volatilidad de la inflación y el producto, que señala los objetivos del banco central, y la volatilidad del crédito bancario y el PIB, que muestra la disyuntiva del regulador macroprudencial, respectivamente. Estas curvas se construyeron haciendo variar el parámetro α_y de la regla monetaria en un intervalo entre $[0 : 3]$, manteniendo los demás parámetros con los valores óptimos correspondientes ($\alpha_\pi = 3,0$, $\nu_f = 2,8$ y la calibración de $\alpha_f = 0,1$ cuando corresponde). Hay dos hechos importantes en ambas gráficas:

- La pendiente de las fronteras de política es positiva. Ello indica que el *shock* financiero se comporta como un *shock* de demanda en el que la disyuntiva entre inflación y producto desaparece, por lo que es óptimo para el banco central contrarrestar la caída en la inflación porque así logra, a la vez, combatir la recesión económica. Este resultado concuerda con los estudios de [Leduc et al. \(2012\)](#)³⁷ para economías cerradas y de [Caputo et al. \(2009\)](#)³⁸ y [Caputo et al. \(2011\)](#)³⁹ para el caso chileno.

³⁷En este caso, los autores utilizan un modelo con rigideces nominales y fricciones de búsqueda en el empleo donde incorporan un choque de incertidumbre, como el empleado en [Bloom \(2009\)](#). Si bien no es el mismo tipo de choque financiero que el considerado en este trabajo, [Christiano et al. \(2011\)](#) muestran que existe cierta correlación entre ese indicador de incertidumbre y el choque de riesgo financiero aquí considerado.

³⁸Nuestros resultados coinciden con el caso en el que el *shock* financiero no está correlacionado con las condiciones externas y la paridad de tasas de interés se establece con la tasa de interés de mercado, mostrada en [Caputo et al. \(2009\)](#).

³⁹Tanto en el trabajo anterior como en éste, se define un choque financiero como un incremento repentino del *spread* entre la tasa de interés de mercado y la tasa de política monetaria. En ambos trabajos no se

- La posición de las curvas en cada escenario. Se observa que introducir una regla macroprudencial cíclica transporta las fronteras a posiciones más cercanas al origen (líneas negras versus líneas rojas), tanto por el lado monetario como por el macroprudencial, indicando con ello que una política de este tipo reduce los costos de la estabilización macro ante un choque financiero. Por otra parte, si se considera una respuesta financiera ($\alpha_f = 0,10$), manteniendo los demás parámetros óptimos, las fronteras de política se alejan del origen (líneas sólidas versus líneas punteadas) indicando el mayor costo relativo de una respuesta monetaria a las condiciones financieras de la economía.

Características del mejor régimen monetario-macroprudencial En las figuras 6, 7 y 8 se analiza de forma tridimensional algunos indicadores de la política óptima que brinda el menor costo de bienestar (régimen III). En la figura 6 se analiza la evolución de los coeficientes más importantes para la política monetaria (α_π) y macroprudencial (ν_f) y su efecto sobre el bienestar, medido como el negativo de Ψ (es decir, ganancia de bienestar), manteniendo $\alpha_y = 2,2$. Respuestas más agresivas de la política monetaria ($\alpha_\pi \rightarrow 3$) indican mayores ganancias de bienestar aunque de menor nivel que las ganancias que se obtienen con respuestas más agresivas de la política macroprudencial ($\nu_f \rightarrow 2,8$). Sin embargo, lo resaltante aquí es que, como en [Benes y Kumhof \(2015\)](#), dado que la superficie de bienestar es monótonica en α_π y ν_f , se puede entender que no hay necesidad de respuestas coordinadas, basta con que ambos flancos reaccionen de la forma más agresiva posible ante un choque de riesgo financiero. Las figuras 7 y 8 muestran la volatilidad de la tasa de interés y del requerimiento de capital cíclico cuando varían α_π y ν_f . En el caso del instrumento monetario, se observa que un uso más agresivo del instrumental macroprudencial ($\nu_f \rightarrow 2,8$) reduce la volatilidad de la tasa de interés, lo que permite un mayor espacio para el uso de la tasa de interés monetaria. En tanto, un valor de α_π más alto reduce la volatilidad de la tasa de interés, lo que es una diferencia respecto a los hallazgos de [Benes y Kumhof \(2015\)](#). Ello se explica por la característica de economía abierta del modelo, donde una respuesta más agresiva por el lado monetario genera mayores expectativas de inflación -a través de una depreciación cambiaria esperada- que tienden a restringir una reducción más agresiva del instrumento de política. Si bien la política macroprudencial ayuda a la política monetaria dándole un mayor espacio de acción, lo contrario no sucede, y puede observarse en la figura 8, en la que un parámetro $\alpha_\pi \rightarrow 3$ no hace variar significativamente la volatilidad del instrumento macroprudencial.

considera la introducción de instrumentos macroprudenciales.

Figura 6. Ganancia de bienestar para α_π y ν_f , régimen óptimo III

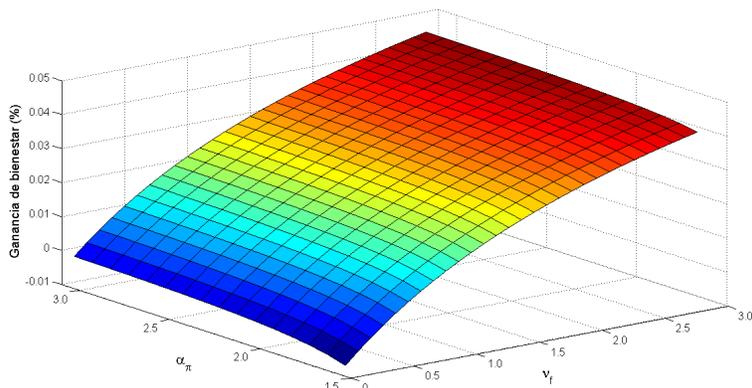


Figura 7. Volatilidad del instrumento monetario para α_π y ν_f , régimen óptimo III

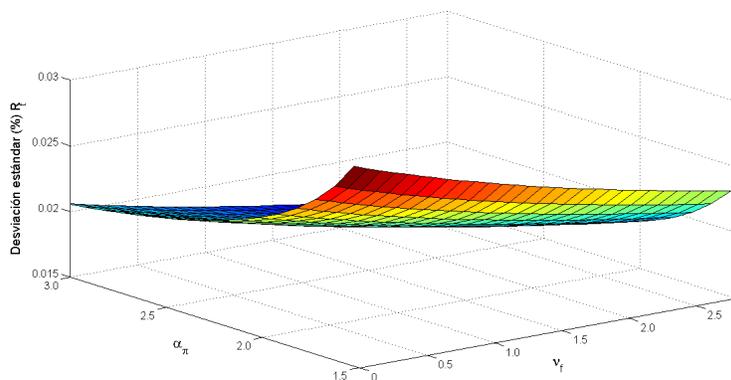
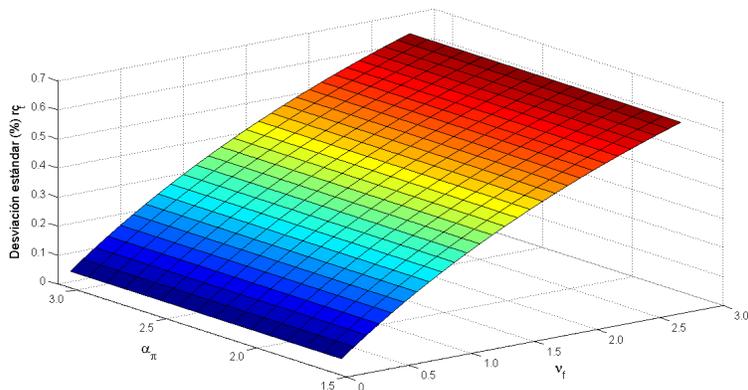


Figura 8. Volatilidad del instrumento macroprudencial para α_π y ν_f , régimen óptimo III



Funciones impulso-respuesta, regímenes óptimos I vs III Finalmente, en la figura 9 se presenta las funciones impulso-respuesta para los regímenes óptimos I (con $\bar{r}c = 10,5\%$) y III⁴⁰. El mecanismo de transmisión del choque financiero opera del siguiente modo. Un incremento del riesgo de *default* ($\uparrow \sigma_{\omega,t}$) se traduce en un aumento del costo del crédito ($\uparrow r_t^{CB\epsilon}$) por parte del banco para hacer frente a posibles pérdidas. Ello disminuye la demanda por crédito bancario ($\downarrow CB_t$), lo que implica que los empresarios disminuyen su demanda por capital ($\downarrow K_t$), reduciendo con ello la inversión ($\downarrow INV_t$) y el precio del capital ($\downarrow q_t$). La caída de la inversión disminuye el PIB ($\downarrow Y_t$) que, a su vez, hace reducir los costos marginales y la inflación ($\downarrow \pi_t$). Nótese que el apalancamiento empresarial aumenta ($\uparrow \phi_t^e$), pero ello se explica por una reducción mayor del patrimonio respecto de la caída de los activos empresariales ($\nabla q_t K_t < \nabla NE_t$) lo que amplifica el choque inicial y es producto de la presencia del mecanismo del acelerador financiero en el modelo. La respuesta de política monetaria corresponde a una reducción de la tasa de interés ($\downarrow R_t$) que busca recuperar la economía mediante un incremento de las exportaciones, a través de la depreciación cambiaria ($\uparrow RER_t$) generada por la salida de capitales de la economía ante la reducción en el diferencial de tasas ($R_t - R_t^*$) y una reducción de la tasa de interés real ($\downarrow R_t - E_t \{\pi_{t+1}\}$) que incentiva al consumo ($\uparrow C_t$). La diferencia en la dinámica de las variables en ambos modelos se debe a la respuesta de política macroprudencial. Cuando existe un requerimiento de capital fijo (con $\bar{r}c = 10,5\%$), la caída en el crédito reduce en la misma proporción el patrimonio bancario, lo que disminuye el valor presente esperado de la riqueza de los banqueros ($\downarrow V_t^B$). De no existir un regulador macroprudencial, esta situación implica que existen más incentivos para los banqueros en desviar fondos -a manera de dividendos- hacia sus hogares. La autoridad macroprudencial, consciente de esta situación, reduce el porcentaje máximo de dividendos autorizado ($\downarrow \mu_t$), con el fin de brindar confianza a los depositantes y mantener la estabilidad financiera. Sin embargo, la regulación implícita de la política de dividendos es leve y, ante la caída continua del crédito (el choque de riesgo financiero es persistente), los bancos dejan de captar fondos porque deben desapalancarse para cumplir el requerimiento de capital en condiciones de estrés, lo que reduce aún más el crédito bancario, provocando una caída más fuerte de la inversión y el PIB y, como respuesta a ello, una reducción más agresiva de la política monetaria, una mayor depreciación cambiaria y una caída en la inflación menos severa que en el caso en el que la regla macroprudencial es cíclica. Cuando el requerimiento de capital cuenta con un componente que responde al ciclo del crédito bancario (régimen III), el regulador macroprudencial reduce el requerimiento mínimo conjuntamente con la caída del crédito. Así, el valor presente esperado de la riqueza terminal se reduce en menor

⁴⁰Las diferencias gráficas entre los regímenes óptimos I⁰ y I son casi nulas, por lo que se optó por considerar el último de ellos.

medida que en el caso donde hay un tope fijo. Esto tiene como contraparte una regulación macroprudencial implícita sobre los dividendos bancarios que es mucho más agresiva, de tal forma que los bancos se desapalancan en menor medida y el flujo de créditos a la economía es más estable, reduciéndose en menor medida que en el régimen I. La inversión también cae menos -los empresarios pueden captar fondos del sistema bancario para seguir financiando la producción de bienes de capital- y lo mismo sucede con el PIB. Luego, la política macroprudencial ayuda al accionar monetario en la estabilización macro, por lo que el banco central reduce la tasa de interés en menor medida, haciendo con ello que las fluctuaciones del tipo de cambio real y del consumo sean menores. Los niveles menores de consumo y exportaciones se contrarrestan con una menor caída de la inversión, por lo que el efecto neto es una caída menos severa del PIB.

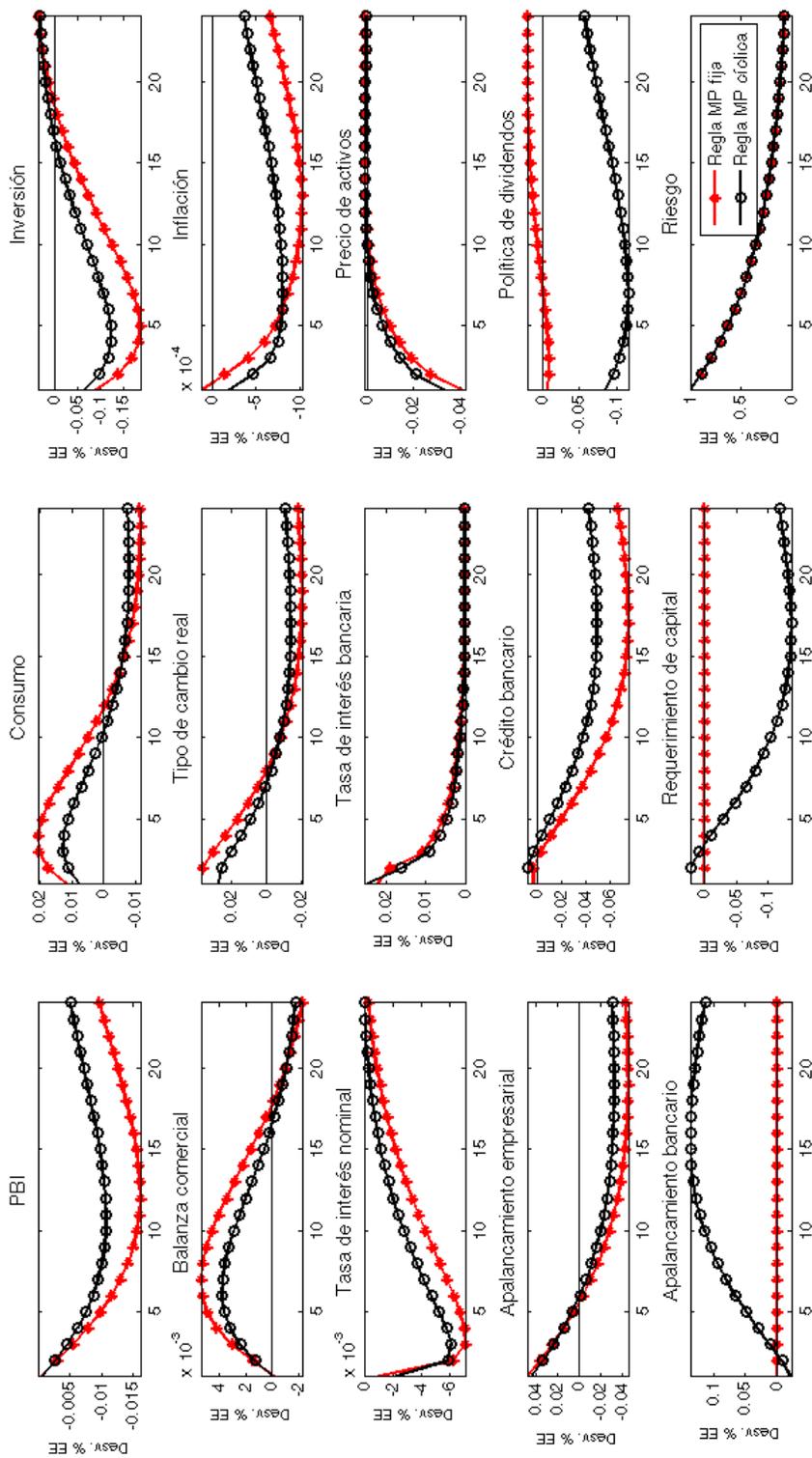


Figura 9. Impulso Respuesta ante un choque de una desviación estándar de riesgo financiero. **Línea negra:** Modelo con respuesta monetaria a la inflación y el producto y un requerimiento de capital fijo (10,5%). **Línea roja:** Modelo con respuesta monetaria a la inflación y el producto y un requerimiento de capital con un componente cíclico. Nótese que las variables tienen distintas escalas.

4.3. Análisis de sensibilidad

En el cuadro 6 se muestra un conjunto de resultados donde se realizan variaciones a las reglas monetaria y macroprudencial (los primeros cinco resultados) e, inclusive, al propio modelo (modelo sin hábitos de consumo ni indexación de precios y salarios). Esto tiene como objetivo evaluar la existencia de posibles reglas que brinden mayor bienestar a las consideradas en el modelo y analizar la robustez de los resultados principales. En cada una de ellas se hizo la búsqueda multidimensional de parámetros óptimos para los regímenes III y IV, manteniéndose, en todas las simulaciones, el resultado inicial, por lo que el régimen III brinda mayores ganancias de bienestar que el régimen IV (valor óptimo de $\alpha_f = 0$).

La primera simulación elimina el supuesto de $\rho_R = 0$ considerado hasta ahora, por lo que se calibra el valor del parámetro inercial de política monetaria con el estimado de [García-Cicco et al. \(2014\)](#), tal que $\rho_R = 0,79$. Los resultados, en términos de parámetros óptimos, varían sólo para el caso de α_y , que se incrementa hasta tomar el valor extremo superior de 3. Ello indica que movimientos más lentos del instrumento monetario necesitan respuestas más agresivas al crecimiento económico. En términos de bienestar, sin embargo, el valor de Ψ es mayor que en el caso *benchmark*, donde $\Psi = -0,0465$. En otras palabras, es más beneficiosa, en términos de bienestar, una regla monetaria sin componente inercial para hacer frente a un choque de riesgo financiero.

En la segunda simulación se modifica la regla monetaria, de tal forma que ahora reacciona al ciclo del PIB en lugar de su crecimiento. Como se menciona en [Caputo et al. \(2011\)](#), una regla con respuesta al ciclo del PIB brinda respuestas monetarias más agresivas. En términos de parámetros óptimos, el valor de $\alpha_y = 0,3$, mucho menor al obtenido en la regla original (2,2), pero que se explica, obviamente, por el cambio de variable. Además, este resultado guarda coherencia con el parámetro óptimo obtenido en [Benes y Kumhof \(2015\)](#)⁴¹, cuyo valor es de 0,1. En términos de bienestar, que la regla monetaria responda al ciclo del PIB brinda un mejor bienestar respecto al caso inicial.

Los siguientes dos ejercicios evalúan bancos centrales que actúan de forma agresiva frente a la inflación. En la tercera simulación, suponemos que el banco central sigue un comportamiento de “halcón”, respondiendo sólo a la inflación en su regla monetaria⁴²; en tanto, en el cuarto ejercicio asumimos que el banco central sigue un régimen de *Inflation Targe-*

⁴¹En este estudio, la regla monetaria responde al ciclo del PIB.

⁴²Sólo se calibró $\alpha_y = 0$, por lo que se permitió un valor de $\alpha_f \geq 0$. Sin embargo, en todas las simulaciones, este parámetro tomó el valor de cero.

ting estricto, donde en todos los períodos cumple con la meta de inflación considerada. En el primer caso, el costo de bienestar es mayor que en el modelo inicial. Este resultado se explica por la naturaleza del *shock* financiero (similar a un *shock* de demanda), donde la no existencia del *trade-off* típico de política monetaria permite al banco central estabilizar ambos objetivos a la vez. Al responder (o preocuparse) sólo en la inflación, el banco central no interviene con todo su potencial para estabilizar el producto. Este comportamiento es interiorizado por los agentes que, al esperar respuestas de política monetaria menos agresiva, suponen un crecimiento económico más lento y, por tanto, expectativas de inflación menores. En un contexto de expectativas racionales ello implica una caída más pronunciada del PIB y la inflación en el período actual, luego el costo de bienestar aumenta. En el segundo caso, sin embargo, la ganancia de bienestar es mayor que el caso *benchmark*. Ello se explica porque ahora el banco central es exitoso en el manejo de las expectativas inflacionarias, que dejan de ser un “problema”. En este escenario, la credibilidad de la autoridad monetaria es tal que los agentes interiorizan que siempre cumplirá con la meta inflacionaria ($\pi_t = \bar{\pi}$). Luego, el manejo de tasas de interés es menos volátil porque la inflación ya no es una preocupación. En ese sentido, cualquier movimiento de tasa de interés nominal “mueve” directamente la tasa de interés real en una magnitud similar (porque $\pi_t = E_t \{\pi_{t+1}\}$) afectando de forma más fuerte al consumo y la inversión, lo que evita una caída mayor del PIB.

El quinto ejercicio modifica la respuesta a la inflación por el lado monetario y al ciclo crediticio por el lado macroprudencial; ahora el banco central y el regulador bancario responden a las expectativas a un período de ambas variables. De esta forma, se busca captar la importancia en la anticipación del choque financiero por parte de la política económica. En ese sentido, y dado que en nuestros resultados el componente de expectativas inflacionarias juega un rol importante, reglas monetarias y macroprudenciales con componentes *forward looking* brindan mayor bienestar que cualquiera de los otros escenarios evaluados. Este resultado implica que ambos hacedores de políticas deben preocuparse por establecer sistemas de alerta temprana o monitorear la economía para poder anticiparse adecuadamente al choque de riesgo financiero. En el caso de la implementación de una regla macroprudencial, el análisis profundo de la economía y el conocimiento a cabalidad de los mecanismos de transmisión del choque financiero son claves para su implementación. A medida que el indicador al que se “ata” la activación del componente cíclico del requerimiento de capital pueda anticiparse a posibles escenarios de estrés financiero o a ciclos crediticios recesivos, la regla macroprudencial generará mayores ganancias en términos de bienestar.

Finalmente, el sexto escenario elimina los componentes de indexación de precios y salarios del

modelo ($\lambda_H, \lambda_M, \lambda_W = 0$) y los hábitos de consumo ($\varsigma = 0$), con el fin de restarle al modelo cualquier componente de inercia y hacer más importante el papel de las expectativas. En este caso, el cálculo del costo de bienestar Ψ se realiza respecto al mismo modelo con fricciones reales e indexación de precios y salarios “apagados” y con un regulador bancario que actúe *a la* Basilea II. Como se observa, cuando el rol de las expectativas es más importante en el modelo, la ganancia de bienestar del modelo óptimo III es mayor. En ese sentido, se puede inferir que el régimen III con parámetros óptimos logra manejar de forma más exitosa las expectativas de los agentes respecto a los otros regímenes monetarios-macprudenciales considerados.

Cuadro 6: Análisis de sensibilidad					
Régimen	Parámetros óptimos				Ψ
	α_π	α_y	α_f	ν_f	$B = -0,0465$
a) $\rho_R = 0,79$					
III	3,0	3,0	--	2,8	-0,0460
b) Rpta. a ciclo de PIB en regla de Taylor					
III	3,0	0,3	--	2,8	-0,0468
c) Rpta. sólo a inflación, $\alpha_y = 0$					
III	3,0	--	--	2,8	-0,0437
d) <i>Inflation Targeting</i> estricto, $\pi_t = \bar{\pi}$					
III	--	--	--	2,8	-0,0466
e) Regla de Taylor y macroprudencial <i>forward looking</i>					
III	3,0	2,0	--	2,8	-0,0469
f) Sin indexación ni hábitos					
III	3,0	1,2	--	2,8	-0,0495

5. Conclusiones

El trabajo realiza un análisis sobre la interacción óptima monetaria-macroprudencial en una economía pequeña y abierta, adecuada a los estándares propuestos por Basilea III. Así, existe un regulador bancario que establece un requerimiento mínimo de capital con un componente cíclico, “atado” a la dinámica del crédito bancario. El objetivo del trabajo es evaluar cuál es el arreglo monetario-macroprudencial óptimo para hacer frente a un choque de riesgo financiero definido como en [Christiano *et al.* \(2014\)](#). En ese sentido, se evalúa si la regla de Taylor que guía las decisiones del banco central debe responder al ciclo del crédito cuando existe un regulador macroprudencial que implementa un requerimiento de capital cíclico.

Para cumplir con este objetivo se utilizó el modelo expuesto en [García-Cicco *et al.* \(2014\)](#), que es estimado para Chile y que cuenta con fricciones reales, nominales y, principalmente, dos tipos de fricciones financieras que surgen de la interacción entre el mecanismo del acelerador financiero propuesto por [Bernanke *et al.* \(1999\)](#) y el problema de riesgo moral descrito en [Gertler y Karadi \(2011\)](#). Sin embargo, se realiza una modificación en la modelación bancaria que permite la incorporación de la política macroprudencial⁴³. Ahora, la restricción a la expansión de los activos bancarios no se explica por la preocupación de los depositantes ante posibles desvíos de fondos -en forma de dividendos- de los banqueros, sino por la introducción de un regulador que se preocupa de proteger a los depositantes asegurando la estabilidad financiera y estableciendo requerimientos mínimos de capital a ser cumplidos por todos los bancos de forma activa en todos los períodos. Las ventajas de contar con este modelo es que, además de tener sustento empírico, cuenta con un sector bancario explícito, a diferencia de otros trabajos sobre la materia realizados para economías pequeñas y abiertas⁴⁴.

La metodología utilizada sigue el trabajo de [Schmitt-Grohé y Uribe \(2007\)](#), quienes proponen la obtención de reglas de política óptimas e implementables. También se calibran reglas de política con parámetros no óptimos, obtenidos de otros trabajos. Los resultados muestran que cuando se utilizan parámetros no óptimos, una regulación macroprudencial más estricta (pasar de un tope fijo de 8% a 10,5%) reduce el bienestar del hogar representativo si la política monetaria responde a condiciones financieras. Cuando se calibran la regulación bancaria y la regla de política monetaria con los parámetros óptimos, se muestra que no es beneficioso introducir una respuesta financiera en la regla monetaria, habida cuenta que ello incrementaría la volatilidad de las principales variables macroeconómicas en perjuicio del

⁴³Propuesto por el profesor Salvador Valdés Prieto.

⁴⁴Véase, por ejemplo, [Ozkan y Unsal \(2014\)](#) y [Amado \(2014\)](#).

consumidor representativo. Esto se explica porque las expectativas inflacionarias aumentan en gran medida (en valor promedio y en volatilidad) cuando la regla monetaria responde al ciclo del crédito. El canal a través del cual opera este efecto es el tipo de cambio. Si los agentes esperan una respuesta más agresiva de política monetaria ante un choque financiero, suponen una mayor depreciación cambiaria que incrementa los costos de las firmas importadoras, trasladándose ello a la inflación actual. Bajo un régimen cambiario flexible y con bienes finales totalmente transables, este efecto es importante. Las mayores expectativas inflacionarias originan mayores costos en la estabilización macroeconómica, tanto por el lado monetario como por el macroprudencial. Otro resultado importante es que la introducción de un componente cíclico en el requerimiento mínimo de capital brinda ganancias de bienestar significativas ante un choque financiero, porque ello estabiliza el crédito en mejor forma que una regulación con topes fijos como en Basilea II y, por tanto, mitiga la reducción en la inversión y el PIB que causa el *shock*. Otra característica de la interacción monetaria-macroprudencial óptima es que no es necesaria una coordinación entre ambas políticas para hacer frente a un *shock* de riesgo financiero. Basta con que ambas actúen respondiendo de forma agresiva a sus componentes sistémicos.

Finalmente, los resultados se sometieron a un análisis de sensibilidad donde se varió la naturaleza de ambas reglas. Resalta el hallazgo sobre la importancia del manejo de las expectativas en el bienestar del consumidor representativo. Así, una regla monetaria con alta credibilidad en el manejo de la inflación (*inflation targeting* estricto) o con componentes *forward looking* en ambas reglas, brinda mayores ganancias de bienestar. Estos resultados son importantes para la futura implementación de las propuestas de Basilea III en economías emergentes, debido a que, para mejorar la eficiencia de la regulación bancaria, el componente cíclico del requerimiento mínimo de capital debe estar “atado” a un indicador macro que dé señales creíbles sobre el estado actual de la economía.

Referencias

- Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Mihoubi, F., Perendia, G., Ratto, M., y Villemot, S. (2011). Dynare: Reference Manual, Version 4. *Dynare Working Papers*.
- Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., y Villani, M. (2007). Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-Through. *Journal of International Economics*, 72(2):481–511.
- Amado, M. (2014). Macprudential Rules in Small Open Economies. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Reserva del Perú*, (9).
- Angelini, P., Neri, S., y Panetta, F. (2012). Monetary and Macprudential Policies. *European Central Bank Working Paper Series*, (1449).
- Aydin, B. y Volkan, E. (2011). Incorporating Financial Stability in Inflation Targeting Frameworks. *IMF Working Paper*, (11/224).
- Bailliu, J., Meh, C., y Zhang, Y. (2012). Macprudential Rules and Monetary Policy when Financial Frictions Matter. *Bank of Canada Working Paper*.
- Banco Santander Chile (2014). Basilea III: ¿Qué es y por qué es necesario adoptarla? *Estudios y Políticas Públicas, policy paper*.
- Bank for International Settlements (2014). 84th Annual Report: 1 April 2013 - 31 March 2014. <http://www.bis.org/publ/arpdf/ar2014e.htm>. Accedido el 20-12-2015.
- Bank of England (2009). The Role of Macprudential Policy. *Bank of England, Discussion Paper*.
- Bejarano, J. A. y Charry, L. F. (2014). Financial Frictions and Optimal Monetary Policy in a Small Open Economy. *Borradores de Economía - Banco de la República*, (852).
- Benes, J. y Kumhof, M. (2015). Risky Bank Lending and Countercyclical Capital Buffers. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 58:58–80.
- Bernanke, B. (2015). Should Monetary Policy take into account risks to Financial Stability? <http://www.brookings.edu/blogs/ben-bernanke/posts/2015/04/07-monetary-policy-risks-to-financial-stability>. Accedido el 20-12-2015.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., y Gilchrist, S. (1999). The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework. En Taylor, J. B. y Woodford, M., editores, *Handbook of*

- Macroeconomics*, volumen 1 de *Handbook of Macroeconomics*, capítulo 21, pp. 1341–1393. Elsevier.
- Blanchard, O., Dell’Ariccia, G., y Mauro, P. (2010). Rethinking Macroeconomic Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1):199–215.
- Bloom, N. (2009). The Impact of Uncertainty Shocks. *Econometrica*, 77(3):623–685.
- Brockmeijer, J., Moretti, M., Osinski, J., Blancher, N., Gobat, J., Jassaud, N., Lim, C., Loukoianova, E., Mitra, S., y Nier, E. (2011). Macroprudential Policy: an Organizing Framework. *IMF Working Papers*.
- Brunnermeier, M. K., Eisenbach, T. M., y Sannikov, Y. (2012). Macroeconomics with Financial Frictions: A Survey. *National Bureau of Economic Research - Working Paper*, (18102).
- Calvo, G. A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3):383–398.
- Caputo, R., Medina, J. P., y Soto, C. (2009). Financial Shocks and Optimal Monetary Policy in Small Open Economies. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile*.
- Caputo, R., Medina, J. P., y Soto, C. (2011). Understanding the Impact of the Global Financial Shock on the Chilean Economy. *Working Paper 2nd BIS CCA Conference on “Monetary Policy, Financial Stability and the Business Cycle”*.
- Castillo, P. y Contreras, A. (2010). Instrumentos No Convencionales de Política Monetaria ¿Cuándo y por qué? *Revista Moneda*, (144):4–8.
- Castillo, P., Quispe, Z., Contreras, A., y Rojas, Y. (2011). Política Macroprudencial en los Países de la Región. *Revista Moneda*, (149):4–7.
- Chari, V. V., Christiano, L. J., y Eichenbaum, M. (1995). Inside Money, Outside Money and Short Term Interest Rates. (5269).
- Christiano, L. J., Motto, R., y Rostagno, M. (2010). Financial Factors in Economic Fluctuations. *European Central Bank Working Paper Series*, (1192).
- Christiano, L. J., Motto, R., y Rostagno, M. (2014). Risk Shocks. *American Economic Review*, 104(1):27–65.

- Christiano, L. J., Trabandt, M., y Walentin, K. (2011). Introducing Financial Frictions and Unemployment into a Small Open Economy Model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(12):1999–2041.
- Cúrdia, V. (2009). Optimal Monetary Policy under Sudden Stops. *Federal Reserve Board of New York Staff Report*, (323).
- Curdia, V. y Woodford, M. (2010). Credit Spreads and Monetary Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1):3–35.
- De Resende, C., Dib, A., Lalonde, R., y Perevalov, N. (2013). Countercyclical Bank Capital Requirement and Optimized Monetary Policy Rules. *Bank of Canada Staff Working Paper*, (8).
- Dib, A. (2010). Banks, Credit Market Frictions, and Business Cycles. (24).
- Dib, A., Mendicino, C., y Zhang, Y. (2008). Price Level Targeting in a Small Open Economy with Financial Frictions: Welfare Analysis. *Bank of Canada Working Paper*, (40).
- Faia, E. y Monacelli, T. (2007). Optimal Interest Rate Rules, Asset Prices, and Credit Frictions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31(10):3228–3254.
- Fondo Monetario Internacional (2008). Consulta del Artículo IV con Chile correspondiente a 2008. <https://www.imf.org/external/np/sec/pn/2008/esl/pn0888s.htm>. Accedido el 20-12-2015.
- Fondo Monetario Internacional (2009). Consulta del Artículo IV con Chile correspondiente a 2009. <https://www.imf.org/external/spanish/np/sec/pn/2009/pn09111s.htm>. Accedido el 20-12-2015.
- Galati, G. y Moessner, R. (2013). Macroprudential Policy, A Literature Review. *Journal of Economic Surveys*, 27(5):846–878.
- Galindo, A. J., Rojas-Suarez, L., y del Valle, M. (2012). Capital Requirements under Basel III in Latin America. *Center for Global Development Working Paper*, 296.
- García-Cicco, J., Kirchner, M., y Justel, S. (2014). Financial Frictions and the Transmission of Foreign Shocks in Chile. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile*, 722.
- Gertler, M. y Karadi, P. (2011). A Model of Unconventional Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics*, 58(1):17–34.

- Gilchrist, S. y Zakrajsek, E. (2011). Monetary Policy and Credit Supply Shocks. *IMF Economic Review*, 59(2):195–232.
- Jácome, L. (2013). Política Macroprudencial: ¿En qué consiste y cómo ponerla en práctica? *Boletín*, 59(2):93–120.
- Kim, J. y Kim, S. H. (2003). Spurious Welfare Reversals in International Business Cycle Models. *Journal of International Economics*, 60(2):471–500.
- Kiyotaki, N. y Moore, J. (1997). Credit Cycles. *Journal of Political Economy*, 105(2):211–48.
- Kolasa, M. y Lombardo, G. (2014). Financial Frictions and Optimal Monetary Policy in an Open Economy. *International Journal of Central Banking*, 10(1):43–94.
- Leduc, Sylvain and Liu, Zheng and others (2012). Uncertainty Shocks are Aggregate Demand Shocks. *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper*, 10.
- Medina, J. P. y Soto, C. (2005). Model for Analysis and Simulations (MAS): A New DSGE for the Chilean Economy. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile*.
- Ozkan, F. G. y Unsal, D. F. (2014). On the Use of Monetary and Macroprudential Policies for Small Open Economies. *IMF Working Paper*, (112).
- Quadrini, V. (2011). Financial Frictions in Macroeconomic Fluctuations. *Economic Quarterly*, 97(3):209–254.
- Rannenberg, A. (2012). Asymmetric Information in Credit Markets, Bank Leverage Cycles and Macroeconomic Dynamics. *National Bank of Belgium Working Paper*, (224).
- Rojas-Suarez, L. (2015). Basilea III en Chile: Ventajas, desventajas y desafíos para implementar el nuevo estándar internacional de capital bancario. *Center for Global Development Working Paper*, (061).
- Rubio, M. y Carrasco-Gallego, J. A. (2014). Macroprudential and Monetary Policies: Implications for Financial Stability and Welfare. *Journal of Banking and Finance*, 49:326–336.
- Ruiz, J., Viola, M., Gurza, A., y Dos Santos, E. (2014). El uso de políticas macroprudenciales en América Latina: ¿Qué, cómo y por qué? *Observatorio Económico América Latina, BBVA Research*.
- Schmidt-Hebbel, K. y Muñoz, F. (2012). Monetary Policy Decisions by the World’s Central Banks using Real-Time Data. *Documentos de Trabajo, Instituto de Economía UC*, (426).

- Schmitt-Grohé, S. y Uribe, M. (2007). Optimal Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules. *Journal of Monetary Economics*, 54(6):1702–1725.
- Suh, H. (2012). Macroprudential Policy: its Effects and Relationship to Monetary Policy. *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper*.
- Svensson, L. E. (2015). Monetary Policy and Macroprudential Policy: Different and Separate. *59th Annual Conference Federal Reserve Bank of Boston*.
- Unsal, D. F. (2011). Capital Flows and Financial Stability: Monetary Policy and Macroprudential Responses. *IMF Working Paper*, (189).
- Zhang, L. (2009). Bank Capital Regulation, the Lending Channel and Business Cycles. *Discussion Paper Series 1: Economic Studies*, (2009, 33).

Anexos

A. Condiciones de equilibrio

A.1. Hogares

$$\lambda_t = \left(c_t - \varsigma \frac{c_{t-1}}{a_{t-1}} \right)^{-1} - \beta \varsigma E_t \{ c_{t+1} a_t - \varsigma c_t \}^{-1} \quad (49)$$

$$w_t m c_t^W = \kappa \frac{h_t^\eta}{\lambda_t} \quad (50)$$

$$\lambda_t = \frac{\beta}{a_t} R_t E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \right\} \quad (51)$$

$$\lambda_t = \frac{\beta}{a_t} R_t^* \psi_t^E E_t \left\{ \frac{\pi_{t+1}^S \lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \right\} \quad (52)$$

$$\psi_t^E = \bar{\psi}^E \exp \left[-\psi_1 \frac{rer_t b_t^* - rer \times b^*}{rer \times b^*} - \psi_2 \frac{E_t \pi_{t+1}^S \pi_t^S - (\pi^S)^2}{(\pi_t^S)^2} + \frac{\zeta_t - \zeta}{\zeta} \right] \quad (53)$$

$$f_t^W = m c_t^W \tilde{w}_t^{-\epsilon_W} h_t^d + \beta \phi_W E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_W} \pi^{1-\lambda_W}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\epsilon_W} \left(\frac{\tilde{w}_t}{\tilde{w}_{t+1}} \right)^{-\epsilon_W} \left(\frac{w_t}{w_{t+1}} \right)^{-1-\epsilon_W} f_{t+1}^W \right\} \quad (54)$$

$$f_t^W = (\tilde{w}_t)^{1-\epsilon_W} h_t^d \left(\frac{\epsilon_W - 1}{\epsilon_W} \right) + \beta \phi_W E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_W} \pi^{1-\lambda_W}}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\epsilon_W} \left(\frac{\tilde{w}_t}{\tilde{w}_{t+1}} \right)^{1-\epsilon_W} \left(\frac{w_t}{w_{t+1}} \right)^{-\epsilon_W} f_{t+1}^W \right\} \quad (55)$$

$$1 = (1 - \phi_W) \tilde{w}_t^{1-\epsilon_W} + \phi_W \left(\frac{w_{t-1} \pi_{t-1}^{\lambda_W} \pi^{1-\lambda_W}}{w_t \pi_t} \right)^{1-\epsilon_W} \quad (56)$$

$$\Delta_t^W = (1 - \phi_M) (\tilde{w}_t)^{-\epsilon_W} + \phi_W \left(\frac{w_{t-1} \pi_{t-1}^{\lambda_W} \pi^{1-\lambda_W}}{w_t \pi_t} \right)^{-\epsilon_W} \Delta_{t-1}^W \quad (57)$$

$$h_t = h_t^d \Delta_t^W \quad (58)$$

A.2. Firms

A.2.1. Firms vendedoras de bienes finales

$$y_t^{DA} = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\varphi}} \left(y_t^{DA,H} \right)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} + \gamma^{\frac{1}{\varphi}} \left(y_t^{DA,M} \right)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} \right]^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \quad (59)$$

A.2.2. Firms vendedoras de bienes domésticos compuestos

$$y_t^{DA,H} = (1 - \gamma)(p_t^H)^{-\varphi} y_t^{DA} \quad (60)$$

A.2.3. Firms vendedoras de bienes importados compuestos

$$y_t^{DA,M} = \gamma(p_t^M)^{-\varphi} y_t^{DA} \quad (61)$$

A.2.4. Firms productoras de bienes intermedios

$$mc_t^H = \frac{1}{\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha}} \frac{(r_t^H)^\alpha w_t^{1-\alpha}}{p_t^H z_t a_t^{1-\alpha}} \quad (62)$$

$$\frac{k_{t-1}}{h_t^d} = a_{t-1} \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{w_t}{r_t^H} \quad (63)$$

$$f_t^H = (\tilde{p}_t^H)^{-\epsilon_H} y_t^H mc_t^H + \beta \phi_H E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_H} \pi^{1-\lambda_H}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\epsilon_H} \left(\frac{\tilde{p}_t^H}{\tilde{p}_{t+1}^H} \right)^{-\epsilon_H} \left(\frac{p_t^H}{p_{t+1}^H} \right)^{-1-\epsilon_H} f_{t+1}^H \right\} \quad (64)$$

$$f_t^H = (\tilde{p}_t^H)^{1-\epsilon_H} y_t^H \left(\frac{\epsilon_H - 1}{\epsilon_H} \right) + \beta \phi_H E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_H} \pi^{1-\lambda_H}}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\epsilon_H} \left(\frac{\tilde{p}_t^H}{\tilde{p}_{t+1}^H} \right)^{1-\epsilon_H} \left(\frac{p_t^H}{p_{t+1}^H} \right)^{-\epsilon_H} f_{t+1}^H \right\} \quad (65)$$

$$y_t^H \Delta_t^H = z_t \left(\frac{k_{t-1}}{a_{t-1}} \right)^\alpha (a_t h_t^d)^{1-\alpha} \quad (66)$$

$$1 = \phi_H \left(\frac{p_{t-1}^H \pi_{t-1}^{\lambda_H} \pi^{1-\lambda_H}}{p_t^H \pi_t} \right)^{1-\epsilon_H} + (1 - \phi_H) (\tilde{p}_t^H)^{1-\epsilon_H} \quad (67)$$

$$\Delta_t^H = (1 - \phi_H) (\tilde{p}_t^H)^{-\epsilon_H} + \phi_H \left(\frac{p_{t-1}^H \pi_{t-1}^{\lambda_H} \pi^{1-\lambda_H}}{p_t^H \pi_t} \right)^{-\epsilon_H} \Delta_{t-1}^H \quad (68)$$

A.2.5. *Firmas importadoras*

$$mc_t^M = \frac{rer_t}{p_t^M} \quad (69)$$

$$f_t^M = (\tilde{p}_t^M)^{-\epsilon_M} y_t^M mc_t^M + \beta \phi_M E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_M} \pi^{1-\lambda_M}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\epsilon_M} \left(\frac{\tilde{p}_t^M}{\tilde{p}_{t+1}^M} \right)^{-\epsilon_M} \left(\frac{p_t^M}{p_{t+1}^M} \right)^{-1-\epsilon_M} f_{t+1}^M \right\} \quad (70)$$

$$f_t^M = (\tilde{p}_t^M)^{1-\epsilon_M} y_t^M \left(\frac{\epsilon_M - 1}{\epsilon_M} \right) + \beta \phi_M E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^{\lambda_M} \pi^{1-\lambda_M}}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\epsilon_M} \left(\frac{\tilde{p}_t^M}{\tilde{p}_{t+1}^M} \right)^{1-\epsilon_M} \left(\frac{p_t^M}{p_{t+1}^M} \right)^{-\epsilon_M} f_{t+1}^M \right\} \quad (71)$$

$$1 = \phi_M \left(\frac{p_{t-1}^M \pi_{t-1}^{\lambda_M} \pi^{1-\lambda_M}}{p_t^M \pi_t} \right)^{1-\epsilon_M} + (1 - \phi_M) (\tilde{p}_t^M)^{1-\epsilon_M} \quad (72)$$

$$y_t^M = y_t^{DA,M} \quad (73)$$

$$m_t = y_t^M \Delta_t^M \quad (74)$$

$$\Delta_t^M = (1 - \phi_M) (\tilde{p}_t^M)^{-\epsilon_M} + \phi_M \left(\frac{p_{t-1}^M \pi_{t-1}^{\lambda_M} \pi^{1-\lambda_M}}{p_t^M \pi_t} \right)^{-\epsilon_M} \Delta_{t-1}^M \quad (75)$$

A.2.6. *Firmas productoras de bienes de capital*

$$k_t = (1 - \delta) \frac{k_{t-1}}{a_{t-1}} + \left[1 - \frac{\varpi}{2} \left(\frac{inv_t}{inv_{t-1}} a_{t-1} - \bar{a} \right)^2 \right] inv_t \quad (76)$$

$$\frac{1}{q_t} = \left[1 - \frac{\varpi}{2} \left(\frac{inv_t}{inv_{t-1}} a_{t-1} - \bar{a} \right)^2 - \varpi \left(\frac{inv_t}{inv_{t-1}} a_{t-1} - \bar{a} \right) \frac{inv_t}{inv_{t-1}} a_{t-1} \right] + \frac{\beta}{a_t} \varpi E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \frac{q_{t+1}}{q_t} \left(\frac{inv_{t+1}}{inv_t} a_t - \bar{a} \right) \left(\frac{inv_{t+1}}{inv_t} a_t \right)^2 \right\} \quad (77)$$

A.3. *Empresarios*

$$E_t \left\{ \frac{r_{t+1}^k}{r_{t+1}^{cb}} \right\} = E_t \left\{ \frac{h'(\bar{\omega}_{t+1}; \sigma_{\omega,t+1})}{h'(\bar{\omega}_{t+1}; \sigma_{\omega,t+1}) g(\bar{\omega}_{t+1}; \sigma_{\omega,t+1}) - h(\bar{\omega}_{t+1}; \sigma_{\omega,t+1}) g'(\bar{\omega}_{t+1}; \sigma_{\omega,t+1})} \right\} \quad (78)$$

$$g(\bar{\omega}_t; \sigma_{\omega,t}) = \bar{\omega}_t \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) + 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \right] + (1 - \mu^e) \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) - 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \quad (79)$$

$$g'(\bar{\omega}_t; \sigma_{\omega,t}) = \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) + 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \right] - \mu^e \phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) + 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \quad (80)$$

$$h(\bar{\omega}_t; \sigma_{\omega,t}) = 1 - \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) - 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) - \bar{\omega}_t \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) + 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \right] \quad (81)$$

$$h'(\bar{\omega}_t; \sigma_{\omega,t}) = - \left[1 - \Phi \left(\frac{\ln(\bar{\omega}_t) + 0,5\sigma_{\omega,t}^2}{\sigma_{\omega,t}} \right) \right] \quad (82)$$

donde $\ln(\omega_t) \sim N(-0,5\sigma_{\omega,t}^2, \sigma_{\omega,t}^2)$. Además, $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución acumulada y $\phi(\cdot)$ es la función de distribución de probabilidad de una Normal estándar.

$$r_{t-1}^{cbe} = \bar{\omega}_t [r_t^H + (1 - \delta)q_t] \frac{k_{t-1}}{cb_{t-1}} \quad (83)$$

$$ne_t = \frac{\nu}{a_{t-1}} \{ [r_t^H + (1 - \delta)q_t] k_{t-1} h(\omega_t; \bar{\sigma}_{\omega,t}) \} + \iota^e ne \quad (84)$$

$$cb_t = q_t k_t - ne_t \quad (85)$$

$$rp_t = E_t \left\{ \frac{[r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}]/q_t}{r_{t+1}^{cb}} \right\} \quad (86)$$

$$\phi_t^e = \frac{q_t k_t}{ne_t} \quad (87)$$

$$r_{t+1}^k = \frac{[r_{t+1}^H + (1 - \delta)q_{t+1}]}{q_t} \quad (88)$$

A.4. Bancos

$$rc_t = \frac{nb_t}{cb_t} \quad (89)$$

$$d_t = cb_t - nb_t \quad (90)$$

$$nb_t = \frac{\theta}{a_{t-1}} [(r_t^{cb} - r_t)cb_{t-1} + r_t nb_{t-1}] + \iota nb \quad (91)$$

$$cb_{t-1} r_{t-1}^{cb} = g(\bar{\omega}_t; \sigma_{\omega,t}) [r_t^H + (1 - \delta)q_t] k_{t-1} \quad (92)$$

A.5. Política económica

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\alpha_\pi} \left(\frac{y_t}{y_{t-1}} \right)^{\alpha_y} \left(\frac{cb_t}{\bar{cb}} \right)^{\alpha_f} \right]^{1-\rho_R} \quad (93)$$

$$\frac{rc_t}{\bar{rc}} = \left(\frac{cb_t}{\bar{cb}} \right)^{\nu_f} \quad (94)$$

A.6. El resto del mundo

$$\frac{rer_t}{rer_{t-1}} = \frac{\pi_t^S \pi_t^*}{\pi_t} \quad (95)$$

$$x_t = \gamma^* \left(\frac{p_t^H}{rer_t} \right)^{-\varphi^*} y_t^* \quad (96)$$

A.7. Agregación y equilibrio de mercado

$$y_t^H = y_t^{DA,H} + x_t \quad (97)$$

$$y_t^{DA} = c_t + inv_t + g_t \quad (98)$$

$$y_t = c_t + inv_t + g_t + x_t + y_t^{co} - m_t \quad (99)$$

$$tb_t = p_t^H x_t + rer_t p_t^{co*} y_t^{co} - rer_t m_t \quad (100)$$

$$rer_t b_t^* = rer_t \frac{b_{t-1}^*}{a_{t-1} \pi_t^*} R_{t-1}^* \psi_{t-1}^E + tb_t - (1 - \xi) rer_t p_t^{co*} y_t^{co} \quad (101)$$

$$p_t^Y y_t = c_t + inv_t + g_t + tb_t \quad (102)$$

A.8. Procesos exógenos

$$\log(x_t/\bar{x}) = \rho_x \log(x_{t-1}/\bar{x}) + \varepsilon_t^x \quad (103)$$

donde $\rho_x \in [0, 1)$ y $\bar{x} > 0$, siendo $x = \{\zeta, z, a, g, R^*, \pi^*, y^*, p^{co*}, y^{co}, \sigma_\omega\}$ y ε_t^x son *shocks* gaussianos de naturaleza *i.i.d.*.

B. Estado estacionario

$$\psi^E = \bar{\psi}^E \quad (104)$$

$$\pi = \bar{\pi} \quad (105)$$

$$\beta = \frac{a\pi}{R} \quad (106)$$

$$\pi^S = \frac{a}{\beta R^* \psi^E} \quad (107)$$

$$\pi^* = \bar{\pi}^* = \pi / \pi^S \quad (108)$$

$$\tilde{p}^H = \tilde{p}^M = \tilde{w} = q = 1 \quad (109)$$

$$\Delta^H = (\tilde{p}^H)^{-\epsilon_H}, \Delta^M = (\tilde{p}^M)^{-\epsilon_M}, \Delta^W = \tilde{w}^{-\epsilon_W} \quad (110)$$

$$mc^H = \frac{\epsilon_H - 1}{\epsilon_H} \tilde{p}^H, mc^M = \frac{\epsilon_M - 1}{\epsilon_M} \tilde{p}^M, mc^W = \frac{\epsilon_W - 1}{\epsilon_W} \tilde{w} \quad (111)$$

$$h^d = h / \Delta^W \quad (112)$$

$$w = \left[\frac{\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} p^H mc^H z a^{1-\alpha}}{(r^H)^\alpha} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (113)$$

$$f^W = \tilde{w}^{-\epsilon_W} h^d mc^W / (1 - \beta \phi_W) \quad (114)$$

$$k = \frac{\alpha a w h^d}{(1 - \alpha) r^H} \quad (115)$$

$$y^H = z (k/a)^\alpha (a h^d)^{1-\alpha} / \Delta^H \quad (116)$$

$$f^H = mc^H (\tilde{p}^H)^{-\epsilon_H} y^H / (1 - \beta \phi_H) \quad (117)$$

$$inv = k \left(\frac{1 - (1 - \delta)}{a} \right) \quad (118)$$

$$p^M = \left[\frac{1}{\gamma} - \frac{1 - \gamma}{\gamma} (p^H)^{1-\varphi} \right]^{\frac{1}{1-\varphi}} \quad (119)$$

$$rer = mc^M p^M \quad (120)$$

$$p^Y y = p^H y^H + p^Y y^{co} + p^F (1 - mc^F \Delta^F) \gamma (p^M)^{-\varphi} (1 - s^{tb}) p^Y y \quad (121)$$

$$tb = s^{tb} p^Y y, g = \bar{g} = s^g p^Y y, y^{co} = \bar{y}^{co} = s^{co} p^Y y / (rer \times p^{co*}) \quad (122)$$

$$x = y^H - (1 - \gamma) (p^H)^{-\varphi} (p^Y y - tb) \quad (123)$$

$$x^H = y^H - x \quad (124)$$

$$y^{DA,M} = (p^H x + rer \times p^{co*} y^{co} - tb) / rer \quad (125)$$

$$y^M = y^{DA,M} \quad (126)$$

$$f^M = mc^M (\tilde{p}^M)^{-\epsilon_M} y^M / (1 - \beta \phi_M) \quad (127)$$

$$m = y^M \Delta^M \quad (128)$$

$$y^{DA} = (y^{DA,M} / \gamma) (p^M)^\varphi \quad (129)$$

$$c = y^{DA} - g - inv \quad (130)$$

$$y = c + inv + g + x + y^{co} - m \quad (131)$$

$$p^Y = (c + inv + g + tb) / y \quad (132)$$

$$\lambda = \left(c - \zeta \frac{c}{a} \right)^{-1} - \beta \zeta (ca - \zeta c)^{-1} \quad (133)$$

$$\kappa = mc^W \lambda w / h^\eta \quad (134)$$

$$\gamma^* = (x / y^*) (p^H / rer)^{\eta^*} \quad (135)$$

$$b^* = \frac{tb - (1 - \xi) rer \times p^{co*} y^{co}}{rer [1 - (R^* \xi) / (\pi^* a)]} \quad (136)$$

$$r^{cb} = \Upsilon + r \quad (137)$$

$$rp [h'(\bar{\omega}; \sigma_\omega) g(\bar{\omega}; \sigma_\omega) - h(\bar{\omega}; \sigma_\omega) g'(\bar{\omega}; \sigma_\omega)] = h'(\bar{\omega}; \sigma_\omega) \quad (138)$$

$$r^H = r^{cb} rp - 1 + \delta \quad (139)$$

$$\phi^e = \frac{1}{1 - g(\bar{\omega}, \sigma) rp} \quad (140)$$

$$r^{cbe} = \bar{\omega} \frac{[r^H + (1 - \delta)q]k}{cb} \quad (141)$$

$$ne = \frac{qk}{\phi^e} \quad (142)$$

$$cb = qk - ne \quad (143)$$

$$\iota^e = \{ ne - \nu ([r^H + (1 - \delta)q]kh(\bar{\omega}, \sigma_\omega)) \} / ne \quad (144)$$

$$\theta = a(1 - \iota) / [(r^{cb} - r)(1 / \bar{r}c) + r] \quad (145)$$

$$nb = cb \times \bar{r}c \quad (146)$$

$$d = cb - nb \quad (147)$$

C. Bancos como en Gertler y Karadi (2011)

A diferencia de lo señalado en la sección 3.4, ahora se describe el problema de riesgo moral explicado en Gertler y Karadi (2011) que permite generar una restricción endógena en la expansión de los activos bancarios. Ahora, la fricción financiera surge de un problema de cumplimiento costoso (*costly enforcement problem*) entre el intermediario financiero y los depositantes (los hogares). Así, al inicio de cada período, antes de cumplir con sus obligaciones, el banco puede adueñarse de un porcentaje μ del total de activos, CB_t y desviarlos, en forma de dividendos, hacia sus respectivos hogares. Ante ello, los depositantes pueden forzar al banco a entrar en bancarrota y recobrar los activos restantes, aunque ello es sumamente costoso. En ese sentido, la restricción de participación de los depositantes es la siguiente:

$$V_t^B \geq \mu CB_t \quad (148)$$

donde V_t^B es igual a la ecuación 26. La restricción muestra que para que los depositantes ofrezcan fondos a los bancos, el valor de la riqueza bancaria (que es el costo del desvío de fondos) debe ser al menos igual al monto del que se apropiarán los banqueros, de esta forma se reducen los incentivos del banquero para aprovecharse de los depósitos de los hogares. Se puede demostrar -véase el anexo B.1 de García-Cicco *et al.* (2014) para mayores detalles- que V_t^B puede expresarse de la siguiente forma:

$$V_t = \varrho_t^{CB} CB_t + \varrho_t^{NB} NB_t \quad (149)$$

donde

$$\varrho_t^{CB} = \beta E_t \left\{ \Xi_{t,t+1} \left[(1 - \theta)(r_{t+1}^{CB} - r_{t+1}) + \theta \frac{CB_{t+1}}{CB_t} \varrho_{t+1}^{CB} \right] \right\} \quad (150)$$

$$\varrho_t^{NB} = \beta E_t \left\{ \Xi_{t,t+1} \left[(1 - \theta)r_{t+1} + \theta \frac{NB_{t+1}}{NB_t} \varrho_{t+1}^{NB} \right] \right\} \quad (151)$$

donde r_t^{CB} es la tasa bruta de retorno de los préstamos contingentes y r_t es la tasa de interés bruta de los depósitos por parte de los hogares. Económicamente, ϱ_t^{CB} se interpreta como la ganancia marginal esperada de una unidad adicional de crédito bancario manteniéndose constante el patrimonio bancario, en tanto que ϱ_t^{NB} es la ganancia marginal esperada de una unidad adicional de patrimonio bancario manteniendo constante los activos bancarios. El problema del banco se resume, entonces, en maximizar V_t^B sujeto a la restricción de participación de los depositantes. Como señalan Gertler y Karadi (2011), la restricción de incentivos es activa si $0 < \varrho_t^{CB} < \mu$. Se asume que esta condición se cumple en el vecindario

local del Estado Estacionario, entonces:

$$CB_t = \frac{q_t^{NB}}{\mu - q_t^{CB}} NB_t \quad (152)$$

$$CB_t = \phi_t NB_t \quad (153)$$

Por lo que el ratio de apalancamiento bancario se define así:

$$\phi_t = \frac{q_t^{NB}}{\mu - q_t^{CB}} \quad (154)$$

donde se observa que los activos del banco se encuentran restringidos por un porcentaje (determinado endógenamente) de su patrimonio. El *leverage* bancario ϕ_t es el punto en el cual se balancea el costo de la política de dividendos con su potencial ganancia.

D. Gráficos y tablas adicionales

D.1. Calibración del modelo DSGE

Parámetro	Símbolo	Valor
Hábitos de consumo	ς	0,71
Elasticidad de Frisch	η	1
Tasa de depreciación del capital	δ	0,015
Participación del capital en función de producción	α	0,33
Porcentaje de bienes importados en canasta de consumo	γ	0,32
Elasticidad de sustitución bienes domésticos	ϵ_H	11
Elasticidad de sustitución bienes importados	ϵ_M	11
Participación gubernamental en sector <i>commodities</i>	ξ	0,61
Elasticidad Prima de Riesgo	ψ	0,01
Elasticidad de sustitución bs. domésticos e importados	φ	1,37
Elasticidad de demanda por exportaciones	φ^*	0,43
Costo de ajuste de la inversión	ϖ	1,22
Probabilidad de Calvo salario real	ϕ_W	0,95
Indexación inflación pasada salarios	λ_W	0,32
Probabilidad de Calvo bienes domésticos	ϕ_H	0,47
Indexación inflación pasada bienes domésticos	λ_H	0,43
Probabilidad de Calvo bienes importados	ϕ_M	0,85
Indexación inflación pasada bienes importados	λ_M	0,38
Balanza comercial como % del PIB en E.E.	s^{tb}	4 %
Gasto público como % del PIB en E.E.	s^g	11 %
Producción de <i>commodities</i> como % del PIB en E.E.	s^{co}	10 %
Inflación en E.E.	$\bar{\pi}$	3 %
Precio relativo de bienes domésticos en E.E.	p^H	1
Horas de trabajo en E.E.	h	0,2
Crecimiento de largo plazo	\bar{a}	2,5 %
Tasa de interés de política monetaria en E.E.	R	5,8 %
Tasa de interés externa en E.E.	R^*	4,50 %
Prima de riesgo en E.E.	$\bar{\psi}^E$	140pb
<i>Spread</i> bancario	<i>spread</i>	380pb
Inyección de capital para nuevos bancos	ι	0,002
Costo de bancarrota bancaria	μ^e	0,12
Tasa de supervivencia de empresarios	ν	0,97
Prima financiera externa empresarial	rp	120pb
Apalancamiento empresarial	$\bar{\phi}^e$	2,05
Inercia monetaria	ρ_R	0,0
Respuesta monetaria a desviaciones de la inflación	α_π	1,49
Respuesta monetaria al crecimiento del PIB	α_y	0,14
Respuesta monetaria al ciclo del crédito	α_f	0,07
Respuesta macroprudencial al crédito bancario	ν_f	1,40
Requerimiento mínimo de capital bancario en E.E.	$\bar{r}c$	8 % o 10,5 %
Persistencia choque de riesgo	ρ_{σ_ω}	0,89
Desviación estándar choque de riesgo	σ_ω	0,01

D.2. ¿Por qué la regla monetaria no debe responder a un indicador financiero?

Figura 10. Ganancia de bienestar ($-\Psi$) para valores de α_f , regímenes óptimos I y III

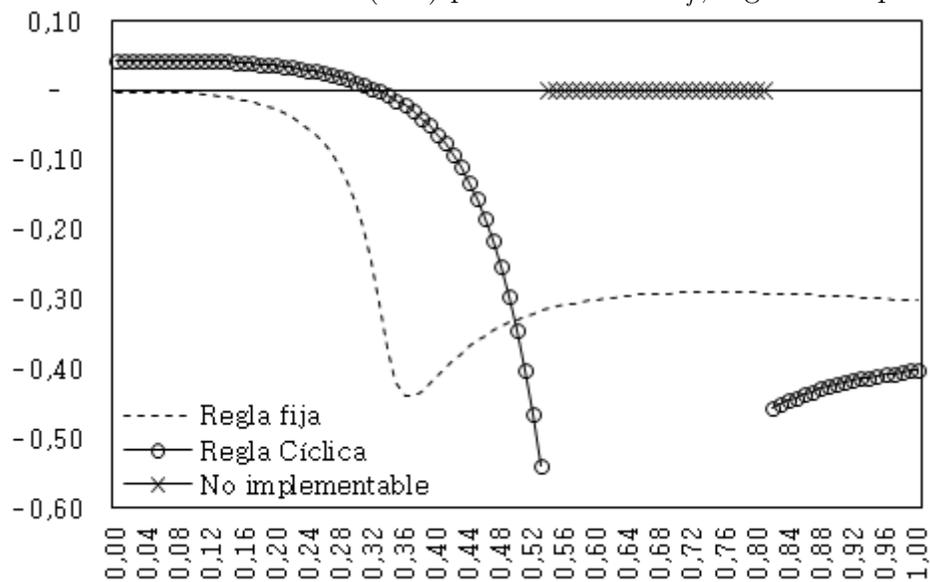


Figura 11. Función de pérdida (λ_{BC}) para valores de α_f , regímenes óptimos I y III

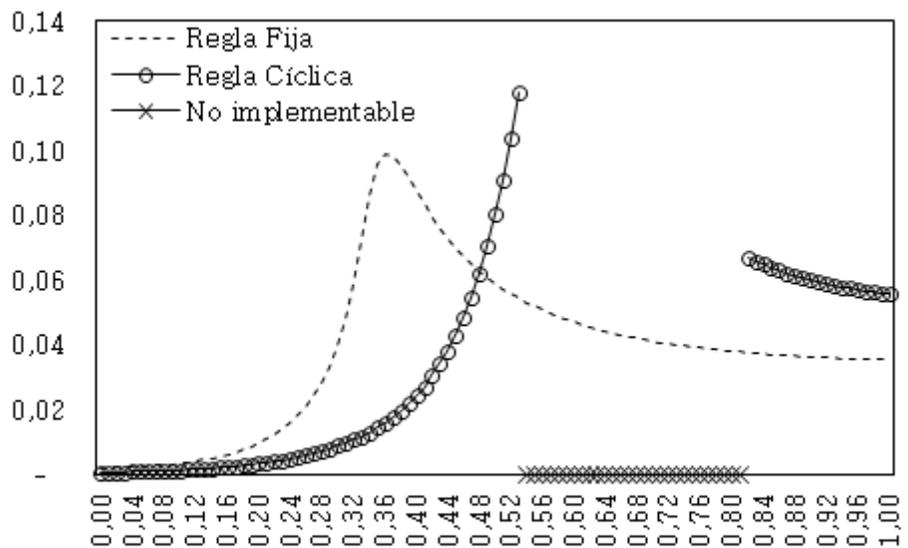
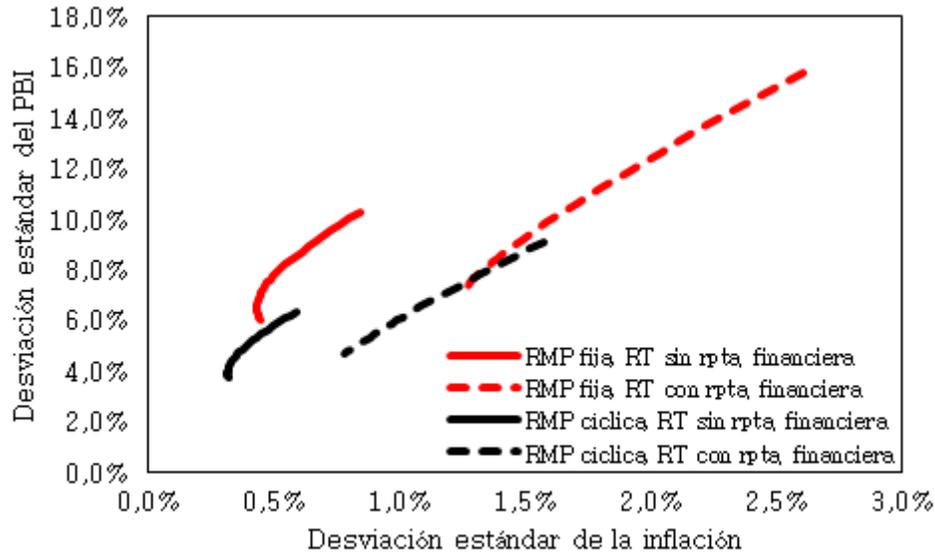
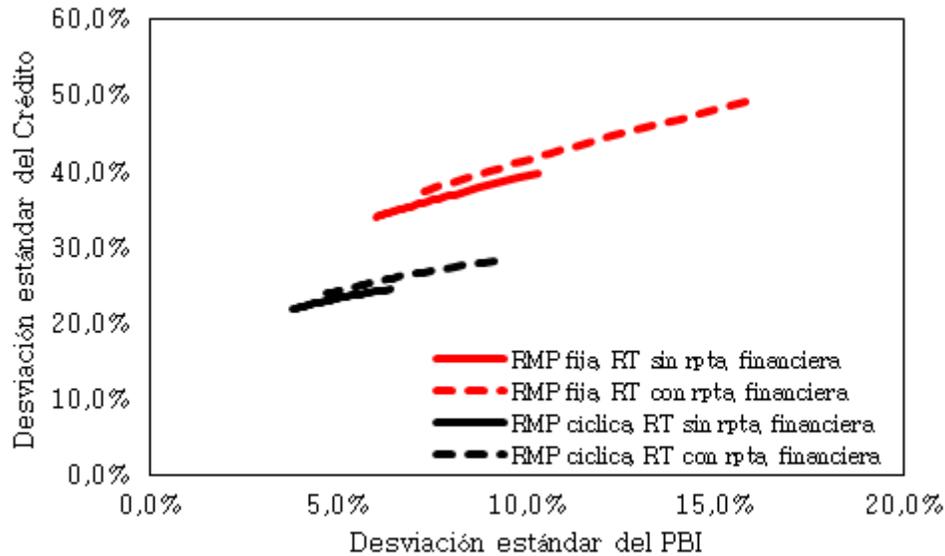


Figura 12. Frontera de política para σ_π y σ_y , regímenes óptimos I y III



RMP: regla macroprudencial. RT: regla de Taylor de política monetaria.

Figura 13. Frontera de política para σ_y y σ_{CB} , regímenes óptimos I y III



RMP: regla macroprudencial. RT: regla de Taylor de política monetaria.