

**Ciclos económicos, capital bancario y nuevas opciones de
política monetaria**

Alejandro Torres García

Ciclos económicos, capital bancario y nuevas opciones de política monetaria

Tesis doctoral para optar al título de Doctor en Economía

Presentada por

Alejandro Torres García

Supervisor

Fernando Jaramillo Mejía. Ph.D.

Facultad de Economía

Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario

Bogotá-Colombia

2016

A Dios

A Ricardo y Beatriz. Mis gigantes

Agradecimientos

Al profesor Fernando Jaramillo, por su amistad, guía, colaboración y confianza.

A Liliana y Rosario, mis amores y motivación. Gracias por acompañarme en este viaje de manera incondicional y paciente, y por confiar en que este sueño era realizable.

A mis hermanos, que sufrieron conmigo aunque no entendían el por qué.

A Mauro, Wilman y Jhonfis. Parceros.

A Carlos, por sus aportes y productivos comentarios.

A Colciencias y EAFIT por su apoyo.

Contents

1	Un modelo estático de intermediación financiera con doble asimetría de información	12
1.1	Introducción	12
1.2	La idea de la banca	13
1.3	El modelo	15
1.3.1	Beneficios esperados	15
1.3.2	El contrato	18
1.4	Solución del contrato y estática comparativa	20
1.5	Conclusiones	27
2	Ciclos financieros y ciclos económicos: ¿importa el capital bancario?	29
2.1	Introducción	29
2.2	Ciclos financieros y reales: una breve revisión de la literatura	30
2.3	Un modelo dinámico con intermediación financiera	32
2.3.1	Los contratos financieros y la curva de oferta de capital	33
2.3.2	Equilibrio General	37
2.4	Calibración y propiedades del ciclo de los negocios	41
2.4.1	Calibración	41
2.4.2	Propiedades del ciclo de los negocios	41
2.5	Crisis reales y financieras: experimentos y análisis de impulso-respuesta	45
2.5.1	un choque de productividad	45
2.5.2	Un choque a la riqueza bancaria	46
2.6	Conclusiones	51
3	Efectividad de la política monetaria no convencional y macroprudencial: un análisis DSGE	60
3.1	Introducción	60
3.2	Literatura relacionada	62
3.3	Un modelo con doble fricción financiera	65

3.3.1	Beneficios esperados y contratos óptimos	65
3.3.2	Equilibrio general	69
3.4	Calibración y resultados	73
3.4.1	Calibración	73
3.4.2	Un choque de productividad	74
3.4.3	Política monetaria convencional y no convencional	77
3.4.4	Deterioro del capital bancario y políticas macroprudenciales	81
3.5	Conclusiones	84

List of Figures

1	Capital bancario, crecimiento económico y política monetaria	9
1.1	Contrato entre depositantes, banqueros y empresarios	19
1.2	Efectos sobre el capital y costos financieros de cambios en el <i>net worth</i> empresarial	22
1.3	Efectos sobre el capital y costos financieros de un aumento en el capital bancario	24
1.4	Efectos sobre el capital y costos financieros de cambios en el <i>spread</i> de la tasa de interés	25
1.5	<i>Net worth</i> empresarial, bancario, rendimiento medio y oferta de capital	26
1.6	Oferta de capital físico, <i>net worth</i> empresarial y <i>premium</i> financiero)	26
1.7	Oferta de capital físico, capital bancario y <i>premium</i> financiero	27
2.1	Choque de productividad: efectos sobre las variables reales	46
2.2	Estados Unidos: Producto efectivo, potencial y brecha del PIB	47
2.3	Choque de riqueza: caída en el <i>net worth</i> empresarial	48
2.4	Choque de riqueza: capital bancario y empresarial	50
3.1	Choque de productividad: Efectos sobre las variables agregadas (panel a) y bancarias (panel b)	76
3.2	Política monetaria convencional y no convencional: Efectos sobre las variables agregadas (Panel a) y bancarias (Panel b)	79
3.3	Variaciones del capital bancario y producto frente a calibraciones alternativas de la regla de política no convencional	80
3.4	Respuestas ante un choque negativo de productividad con y sin capital bancario en la Regla de Taylor. Variables agregadas (a) y financieras (b)	82
3.5	Respuestas a un choque negativo de capital bancario con y sin reacción en la Regla de Taylor. Variables agregadas (a) y financieras (b)	83

List of Tables

1.1	Valor de los parámetros para los ejercicios de estática comparativa	21
2.1	Correlaciones cruzadas con el producto modelo sin bancos	42
2.2	Correlaciones cruzadas con el producto modelo con bancos	42
2.3	Coefficientes de autocorrelación modelo sin bancos	44
2.4	Coefficientes de autocorrelación modelo con bancos	44
2.5	Calibración modelos con y sin sistema financiero	58
2.6	Valores de estado estacionario modelos con y sin sistema financiero	59
3.1	Calibración del modelo con doble fricción financiera y modelo de referencia	89
3.2	Valores de estado estacionario modelo con doble fricción financiera y referencia .	90

Introducción

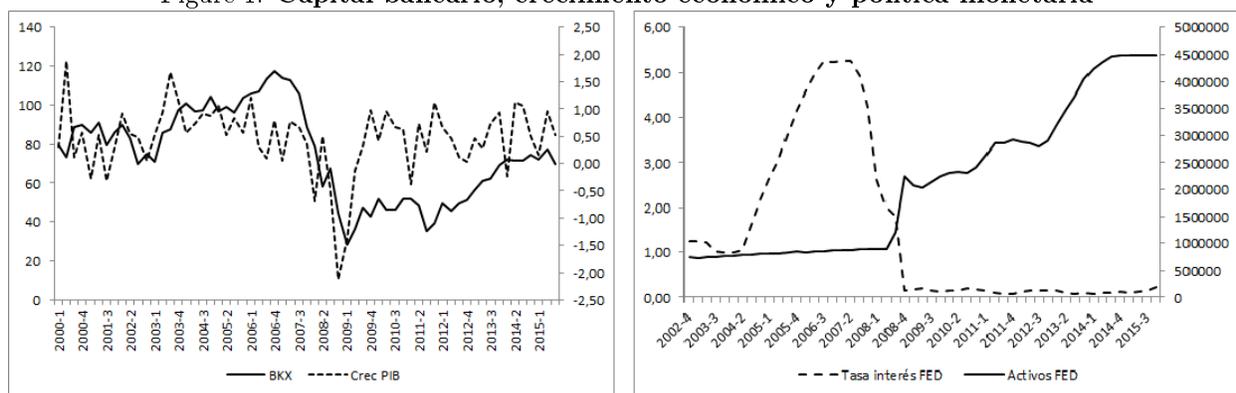
El comportamiento de los mercados financieros sí tiene efectos sobre la dinámica de la economía. Esta afirmación, que en principio parece bastante simple, se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la macroeconomía contemporánea. Y es que aunque la historia se enriquece cada vez más con eventos que son prueba de ello¹, la teoría económica sigue mostrando un rezago significativo en la comprensión de este fenómeno. Sin embargo, la profundidad, duración y consecuencias económicas de la crisis financiera iniciada en 2007 en Estados Unidos, conocida como la “Gran Recesión”, ha revivido nuevamente el debate sobre este tópico, poniendo en tela de juicio el conocimiento de la teoría macroeconómica moderna sobre los orígenes de las crisis financieras, su interrelación y mecanismos de transmisión hacia el sector real, y las alternativas de política económica para prevenirlas o superarlas. La búsqueda de respuestas a estas preguntas no sólo ha obligado a la revisión de los modelos y metodologías hasta el momento usadas, sino que además ha abierto nuevas líneas de investigación en este período post-crisis.

La “Gran Recesión” se caracterizó por dos elementos que se convierten en referencia para este trabajo y pueden apreciarse en la Figura 1. En primer lugar, estuvo impulsada por un deterioro súbito y profundo del patrimonio agregado de las instituciones bancarias y financieras, entre las que se incluyen aquellas asociadas al llamado “*shadow banking system*”, explicado entre otros factores por el deterioro de la cartera hipotecaria, la caída en los precios de los activos financieros, la acumulación de activos de alto riesgo (Gertler y Karadi, 2010; Iacoviello, 2015), y la quiebra de importantes bancos, fondos de cobertura, inversión y compañías de seguro. En segundo lugar, dio paso a una nueva forma de hacer política monetaria: a la par que la tasa de interés de intervención alcanzó su límite inferior de cero (*Zero Lower Bound*), se iniciaron a una serie de planes de rescate al sistema sin precedentes en Estados Unidos y Europa, que pasaron por la inyección de liquidez en grandes montos a los mercados interbancarios, la entrega directa de recursos por parte de los Bancos Centrales a instituciones específicas en calidad de *LoLR*² en sumas superiores a cualquier otro episodio y la nacionalización de algunos bancos, todo este paquete de políticas enmarcado en lo que se conoce actualmente como *Quantitative Easing (QE)* o “flexibilización cuantitativa” (IMF, 2015; Reis, 2009). El tamaño de estas ayudas fue tal, que los activos en manos de la Reserva Federal de Estados Unidos (FED) pasaron de cerca de USD 500 billones antes de la crisis, a más de USD 4 Trillones en 2014 (Engen *et al*, 2015). Ligado a este grupo de ayudas, se abrió una nueva discusión sobre la efectividad de la actual regulación financiera, la necesidad de fortalecer la regulación asociada a los requerimientos de capital bancario y el nuevo papel de las políticas macroprudenciales, lo que desembocó en una nueva serie de acuerdos sobre la regulación internacional del sector resumidos en los Acuerdos de Basilea III (BIS, 2011, 2013, 2014).

¹Reinhart y Rogoff (2011) ofrecen un completo inventario histórico de las distintas crisis bancarias y financieras experimentadas en los últimos 200 años.

²Prestamista de Última Instancia, por sus siglas en inglés.

Figure 1: **Capital bancario, crecimiento económico y política monetaria**



Fuente: Bloomberg, FRED Economic Research. Federal Reserve Bank of St. Louis.

El gráfico izquierdo presenta el índice de capitalización de mercado BKK (eje izq) que captura la capitalización de mercado de los principales 24 bancos de Estados Unidos, y la tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos (eje der). El gráfico derecho presenta la Tasa de Interés de los Fondos de la Reserva Federal de Estados Unidos (eje izq) y los Activos Totales en manos de la Reserva Federal de Estados Unidos (eje der, Millones de USD).

El objetivo general de este trabajo, mas allá de concentrarse en explicar los orígenes de la “Gran Recesión” o su evolución a lo largo de los últimos años para el caso de Estados Unidos, es utilizar los hechos que la han caracterizado para construir un marco de referencia analítico que permita comprender el papel e importancia del sistema financiero en la economía, la relación entre ciclos financieros y ciclos económicos, y la efectividad de las distintas medidas de política implementadas, tanto las de política monetaria convencional, como las no convencionales y macroprudenciales, para superarla. De manera específica, se pretende demostrar la importancia del grado de capitalización del sistema financiero en la dinámica del producto y su incidencia en la ocurrencia de ciclos económicos, al condicionar la capacidad de expansión del crédito y los niveles de inversión. Desde esta perspectiva, todas aquellas políticas orientadas a prevenir caídas súbitas de los niveles de capital bancario (por ejemplo, políticas macroprudenciales), o impulsarlo en épocas de crisis (como aquellas asociadas a los programas de *QE*), pueden convertirse en herramientas importantes para los hacedores de política al momento de moderar los ciclos económicos.

Para lograr este objetivo, el primer paso en este trabajo es reconsiderar el rol del sistema financiero en la economía, marginal en la literatura económica durante gran parte del siglo XX. En efecto, modelos clásicos como el IS-LM o los RBC, omiten la existencia del sistema financiero justificados en los resultados del teorema de Modigliani-Miller, que demuestra que bajo ciertas condiciones la estructura de financiamiento de las empresas es irrelevante, de tal manera que la inclusión de la banca³ no genera cambios en las asignaciones óptimas de la economía. Ahora bien, la necesidad de explicar eventos como la “Gran Depresión”, impulsó el desarrollo de algunos modelos alternativos que, siguiendo la hipótesis de deflación de la deuda de Fischer (1933), buscaron incorporar fricciones financieras en el marco de análisis neoclásico convencional, entre los que se destacan los de Bernake y Gertler (1989), Carlstrom y Fuerst (1997) y Bernanke, Gertler y Gilchrist (1999). Si bien los trabajos anteriores lograron demostrar que la existencia de estas fricciones podrían afectar el comportamiento de la economía, su principal limitación se encuentra en que no incluyen de manera

³Para simplificar, en este trabajo se hablará de manera indiferente de sistema financiero o sector bancario, reconociendo que en la práctica existen diferencias entre ambos conceptos.

la existencia del sistema financiero y su propia racionalidad. Esta omisión, que en principio no presentó mayores inconvenientes en la literatura económica y fue vista tan sólo como una estrategia de modelación y simplificación analítica, se convirtió en una de las principales críticas a las teorías pre-crisis, ya que en que no permitieron comprender los orígenes y profundidad de la “Gran Recesión”, el papel del capital bancario en su gestación, la efectividad de las regulaciones financieras vigentes, los mecanismos de transmisión de los ciclos financieros o la efectividad de las políticas de *QE* (Goodhart, Osorio y Tsmocos, 2009; Tovar, 2009; Blanchard, 2012; Borio y Zhu, 2012).

En el capítulo 1 de este trabajo se superan los trabajos anteriores y se propone en primera instancia un modelo estático de determinación de crédito que parte de considerar la existencia de un sector bancario que enfrenta una doble fricción financiera ante sus depositantes y empresarios. La existencia de esta doble fricción se justifica en el hecho de que los riesgos empresariales comprometen tanto la viabilidad empresarial, como la de los agentes financieros y el rendimiento de los depositantes. Por otro lado, reconoce que los depositantes enfrentan un riesgo de impago por parte del sistema financiero⁴, que está mediado por la propia capacidad del sistema de recuperar los créditos ofrecidos a los empresarios. Esta inclusión obliga a solucionar un contrato tipo deuda donde participan de manera simultánea los tres agentes a fin de determinar el monto de los depósitos ofrecidos, los niveles de crédito a los empresarios y las tasa interés de captación y colocación. Los resultados obtenidos demuestran que la oferta de crédito empresarial se encuentra condicionada no sólo por el capital empresarial (como es convencional en la literatura asociada al “acelerador financiero”), sino además por el nivel de capitalización de la banca, demostrando de esta forma la importancia del sistema financiero en la economía. Por otro lado, la dinámica de las tasas de interés es diferente frente ante choques de capital empresarial o bancario, destacándose que mientras en el primer caso el *spread* de los tipos de interés es decreciente, en el segundo es creciente, lo que condiciona el efecto sobre el nivel de crédito.

Los capítulos 2 y 3 incorporan esta estrategia de modelación en un marco dinámico usando modelos DSGE con el fin de estudiar la relación entre las crisis financieras y los ciclos económicos, así como los efectos de las políticas macroprudenciales y no convencionales. Específicamente, en el capítulo 2 se analiza la capacidad que tienen los choques que afectan el nivel de capitalización de la banca para ocasionar, no sólo ciclos financieros, sino además ciclos económicos. Esta idea se encuentra apoyada en la dinámica de la crisis financiera reciente donde, como se mencionó anteriormente, hay evidencia de un deterioro acelerado de los balances bancarios. Los resultados obtenidos muestran, en primer lugar, que efectivamente el deterioro del capital bancario afecta de manera negativa la dinámica del producto, ya que restringe la oferta de capital en la economía y eleva su costo.

Sin embargo, se destaca el hecho de que sus efectos son menores a los ocasionados por un choque equivalente sobre el capital empresarial, hecho que se explica fundamentalmente porque mientras el choque sobre el capital empresarial genera igualmente una caída del capital bancario, el choque bancario no tiene inicialmente efectos significativos sobre la acumulación empresarial. Este resultado implica que no es posible explicar la magnitud de la contracción del producto en la “Gran Recesión” sólo a partir de un choque financiero, en línea con alguna literatura reciente sobre el tema, como Jermann y Quadrini (2012) y Iacoviello (2015), sin embargo, contradicen los encontrados en Hirakata *et al.* (2015), donde los choques financieros tienen un papel amplificador mayor a los choques de riqueza empresarial en la economía. Un tercer resultado muestra que la

⁴En general, la probabilidad de impago por parte de los bancos a los depositantes ha sido poco considerada ya que en la actualidad en la mayoría de países se cuentan con seguros de depósitos promovidos por la regulación estatal. Sin embargo, lo mismo no aplica para el resto de instituciones del sistema financiero, que cada vez tienen una mayor participación en el manejo de los recursos privados, haciendo entonces procedente este análisis.

inclusión del capital bancario suaviza los efectos de los choques de productividad sobre el ciclo económico, lo que sugiere que la política de requerimientos de capital puede ser favorable en este sentido.

Además de aportar a la discusión sobre la importancia del capital bancario en la dinámica económica, este trabajo presenta dos diferencias importantes respecto al resto de la literatura mencionada. En primer lugar, la estrategia de modelación e inclusión de la banca es exclusiva de este trabajo al considerar la existencia de la doble fricción financiera entre depositantes, banqueros y empresarios. En segundo lugar, en este caso se usa como referencia el modelo de Carlstrom y Fuerst (1997), mientras los demás parten del modelo de Bernanke, Gertler y Gilchrist (1999). La ventaja que tiene esta propuesta es que los resultados presentados son independientes de la existencia del mecanismo de “acelerador financiero”, inexistente en la mecánica del modelo usado, así como de los efectos sobre el producto de la existencia de rigideces de precios.

Finalmente, en el tercer capítulo se aborda la discusión sobre la efectividad de la política monetaria no convencional *vs* la política monetaria convencional, así como la importancia de las medidas macroprudenciales. Para este fin se construye un modelo DSGE siguiendo la propuesta de Bernanke, Gertler y Gilchrist (1999), que incorpora la existencia de rigideces de precios. Sin embargo, al usar el contrato propuesto en el capítulo 1 es posible analizar los efectos de aquellas políticas que afectan el nivel de capitalización de la banca, como es el caso de las políticas de *QE*. Específicamente, y en línea con lo propuesto en Dib (2010) y Güntner (2015), en este caso se modela la política monetaria no convencional a través de apoyos directos por parte de las autoridades económicas al sistema financiero para aumentar su nivel de capitalización, asemejándose a los programas de LoLR y créditos directos otorgados a instituciones financieras específicas por la FED y otros Bancos Centrales de algunos países desarrollados (*p.e.* Japón, Inglaterra o el Banco Central Europeo). En este caso se supone que tales recursos son transferidos desde el Banco Central hacia los bancos comerciales incorporando una regla de política que toma en cuenta la brecha del producto. Los resultados muestran que la política monetaria convencional y no convencional tienen mecanismos de transmisión similares, sin embargo, mientras la primera desincentiva la acumulación de capital bancario, la segunda la fortalece, generando un efecto de “bola de nieve” que impulsa la acumulación de capital bancario y empresarial y por esta vía genera un efecto de mayor persistencia en la economía.

En un segundo experimento, se analizan los efectos de una eventual política macroprudencial que considere entre los objetivos de los Bancos Centrales evitar grandes desviaciones del capital bancario respecto a sus valores “adecuados”. Para esto, se modifica la Regla de Taylor convencional y se incorpora la brecha del capital bancario respecto a su nivel de estado estacionario. Los resultados muestran que efectivamente esta inclusión favorece la dinámica de la economía frente a choques negativos de productividad y financieros, al disminuir el impacto sobre el producto y demás variables reales, así como acelerar la velocidad de convergencia de la economía al estado estacionario. Estos resultados están en línea con lo propuesto en trabajos como Gertler y Karadi (2011) y Dib (2010), aunque controvierten lo encontrado por Badarau y Popescu (2014). Pese a la efectividad de las políticas no convencionales, los resultados indican que esta tiene costos asociados más altos para la sociedad, reflejados en una mayor inflación frente y un alto costo en términos de recursos para la sociedad.

La “Gran Recesión” ha abierto de manera decidida el debate sobre la importancia del sistema financiero en la economía. Este trabajo se constituye en un esfuerzo adicional para ampliar la comprensión de este fenómeno, remarcando la importancia de monitorear de manera constante los niveles de capitalización del sistema financiero por parte de los hacedores de política económica, no sólo como una medida para velar por la estabilidad financiera, sino además como medio para moderar la ocurrencia de ciclos económicos.

Chapter 1

Un modelo estático de intermediación financiera con doble asimetría de información

1.1 Introducción

Las ideas sobre la importancia de los factores financieros en el desempeño económico no son ni mucho menos recientes. Aunque Fischer (1933) expuso su hipótesis de la “deflación de la deuda” como explicación para la severidad y profundidad de la “Gran Recesión”, sólo hasta el trabajo de Bernanke y Gertler (1989) se formalizó esta idea de manera exitosa, demostrando la relación entre variables financieras y reales, de tal forma que se convirtió en un marco de referencia para la literatura económica al momento de incorporar fricciones financieras (Carlstrom y Fuerst, 1997; Bernanke, Gertler y Gilchrist, 1999; Cespedes et al, 2004; Gertler, Gilchrist y Natalucci, 2007). La idea central consiste en incorporar en un marco de referencia estandar, la existencia de un problema del tipo *Costly State Verification* entre un grupo de agentes que intermedian los recursos entre las familias (llamados intermediarios financieros o “Fondos mutuales de capital”) y los empresarios. Estos últimos requieren financiamiento externo, pero están sometidos a choques idiosincráticos que sólo son observables por ellos, de tal manera que los intermediarios no pueden conocer *ex-ante* el valor de la producción que obtendrán, y sólo podrán conocerla *ex-post* si realizan un proceso de auditoría que implica costos positivos. La solución a este problema se encuentra en el diseño de un contrato tipo deuda propuesto por Gale y Hellwig (1985), en el que se condiciona el costo del financiamiento a los empresarios según su nivel de *net worth* empresarial, eliminandose por esta vía el cumplimiento del teorema Modigliani-Miller. Como consecuencia de lo anterior, factores que alteren los niveles de *net worth* empresarial (como transferencias de riqueza entre deudores y acreedores), encarecen el costo del financiamiento externo, disminuyendo la inversión y afectando el ciclo económico.

Aunque esta estrategia de modelación resultó sumamente exitosa su gran restricción se encuentra en la incapacidad de comprender la racionalidad de los agentes que integran el sistema financiero, lo que limitó su alcance para comprender diversas problemáticas cómo la forma en que la banca toma decisiones sobre acumulación de activos y toma de riesgos, el papel de la política monetaria convencional y no convencional o los efectos de las nuevas regulaciones financieras. Ha surgido en consecuencia una serie de nueva literatura posterior a la crisis, que se ha concentrado en incorporar de manera explícita la racionalidad de los intermediarios y comprender la forma en que este afecta las relaciones entre los distintos agentes económicos. Algunos

trabajos en esta línea son los de Gertler y Karadi (2011), Dell’Aricia, Laeven y Marquez (2013), Angelioni y Faia (2013), Iacoviello (2015) y Baradau y Popescu (2014).

En línea con la literatura reciente, este primer capítulo se propone una estrategia de modelación que permite incluir de manera explícita a los agentes financieros (bancos) en un ambiente estático, basada en la consideración de una segunda fricción financiera entre depositantes y banqueros, además de la convencional entre los intermediarios financieros y los empresarios. La inclusión de esta segunda asimetría permite comprender su racionalidad al momento de captar recursos del público y entregarlos en forma de crédito a los empresarios, las tasas de interés pactadas y los montos solicitados y otorgados. De la misma forma, permite comprender el papel del capital bancario en la economía y los efectos de choques externos sobre este.

Los resultados de los ejercicios de estática comparativa dan cuenta de la existencia de una relación positiva entre el *net worth* empresarial¹ y la oferta de capital productivo, efecto reconocido en la literatura sobre el tema. Sin embargo, una de las principales conclusiones es que el capital bancario juega un papel similar en la economía, condicionando igualmente la capacidad de expansión de la oferta de capital. Ahora bien, se encuentran diferencias en los mecanismos de transmisión entre ambos choques: mientras los aumentos en el capital bancario disminuyen la tasa de interés de los depósitos y los créditos, el choque sobre el *net worth* empresarial encarece el costo de los depósitos ya que obliga a los banqueros a obtener más recursos para el crédito contando con el mismo nivel de capitalización. De otro lado, la caída de la tasa de interés de colocación es mayor frente a un aumento del capital empresarial, lo que implica que sus efectos sobre el crédito de equilibrio son mayores. Por otro lado, se encuentra que los aumentos en el rendimiento medio del capital físico igualmente favorecen la oferta de capital al disminuir la probabilidad de *default* de los empresarios.

El capítulo se divide en cinco secciones, incluyendo esta introducción. En la segunda se presenta la motivación sobre la existencia de la banca en la economía y cómo se relaciona con los depositantes y empresarios. La tercera parte formaliza estas ideas y presenta la estrategia de solución al contrato entre los agentes involucrados. En la cuarta sección se presentan los resultados de diferentes ejercicios de estática comparativa, mientras en la quinta se concluye.

1.2 La idea de la banca

El modelo propuesto asume que entre los distintos agentes que participan en el proceso de creación de crédito existen problemas de información del tipo *Costly State Verification (CSV)*. Sin embargo, a diferencia de modelos convencionales, se supone que existen tres agentes que interactúan simultáneamente para determinar los montos a prestar, el costo de los recursos y su estructura de financiamiento entre recursos propios y externos, que son: depositantes, bancos y empresarios.

Existe un número infinito de empresarios que poseen un monto idéntico de capital para usar en su proceso de producción. Sin embargo, sus recursos son insuficientes, de tal forma que deben solicitar crédito adicional a los bancos quienes establecen un pago fijo por estos recursos. La producción está sometida a choques idiosincráticos que sólo son observables por los empresarios de manera directa, de tal forma que existe la posibilidad de que la producción no sea suficiente para cumplir con sus compromisos financieros, incurriendo en bancarrota, o que traten de mentir respecto a la verdadera realización del choque. En el caso en que el

¹A lo largo de este trabajo se usarán de manera indistinta las palabras capital y *net worth*, tanto para el caso de los empresarios como los banqueros.

banco desee conocer el valor de la producción o el empresario declare la bancarrota, tendrá que incurrir en costos de auditoria o *monitoring*. Existe entonces un problema de información asimétrica entre el empresario y el banquero, que obliga al segundo a diseñar un contrato que especifique el monto del préstamo y su costo, buscando que el empresario encuentre incentivos para revelar el verdadero valor del choque. Gale y Hellwig (1985) demuestra que en este caso el contrato óptimo posee la estructura de un contrato de deuda, donde el banquero solicita un monto fijo con el fin de disminuir la probabilidad de auditar.

La segunda relación a analizar es la que ocurre entre banqueros y depositantes. Siguiendo la línea de distintos trabajos sobre economía bancaria, se asume la existencia de los bancos como organizaciones que poseen una tecnología de *monitoring* más eficiente que la de los depositantes al momento de determinar los mejores proyectos a financiar y verificar los resultados de los empresarios *ex post*². Esto se justifica en la existencia de economías a escala en el proceso de financiamiento, al tiempo que es una condición natural para la existencia de la banca, es decir, la eventual operación de un banco no tendría sentido en una economía si tuviese menos ventajas en estos campos que los depositantes, ya que estos últimos se relacionarían directamente con los empresarios.

En el modelo se asume que existen infinitos banqueros neutrales al riesgo, todos ellos financiados de la misma manera por los depositantes. Cada banco posee un monto de recursos propio (capital bancario) que en conjunto con los depósitos obtenidos, son usados para financiar a un único empresario productor de capital. De esta forma el choque idiosincrático enfrentado por cada productor de capital, no sólo condiciona su probabilidad de quiebra, sino que además este riesgo se transmite al resto de agentes a través de la eventual quiebra del banco que financia este proyecto.

Ahora bien, dado que los depositantes no pueden observar el producto de los empresarios, tampoco podrán conocer de manera directa si este pudo cumplir sus compromisos con el banco. Esto establece una segunda asimetría de información, pero en este caso entre el depositante y el banquero, ya que el segundo podría declarar una eventual bancarrota tratando de evitar el pago a los depositantes. De manera simétrica al caso anterior, si el depositante tratará de verificar el estado de los bancos, deberá incurrir en costos de *monitoring*. Dos elementos son importantes en este punto: en primer lugar, es claro que en este caso se está suponiendo que el depositante no está completamente asegurado frente a una quiebra bancaria como ocurre cuando existen seguros de depósitos, esto es precisamente lo que motiva el estudio de la relación entre depositantes y bancos a diferencia de otros trabajos. Si bien en general los bancos cuentan con este tipo de seguros, en este caso puede pensarse que los recursos a los que se hace referencia están más relacionados con las operaciones de gestión de portafolios que realiza el sistema financiero, como puede ser el caso de fondos mutuales o ahorros voluntarios, que no están asegurados, pero representan cada vez una mayor participación entre los activos que gestiona el sistema en la actualidad. Sin embargo, al asumir que el depositante financia por igual a todos los banqueros se garantiza que obtiene una tasa de interés cierta, debido a la Ley de los Grandes Números.

Por otro lado, si bien es poco probable que un depositante individual pueda realizar una auditoria a un banco o institución financiera que se declare en bancarrota, dada la capacidad técnica y operativa que esto requiere, sí es posible, y de hecho ocurre de manera generalizada, que estas auditorias sean realizadas por una institución gubernamental en representación de los depositantes, que a continuación reporta el estado real de la institución financiera y realiza la respectiva liquidación y distribución de los activos hallados. Con el fin de simplificar, en el modelo se asumirá que los depositantes pueden realizar esta actividad de manera directa.

Los elementos anteriores generan la necesidad de una negociación simultánea entre los depositantes, banqueros

²Véase por ejemplo, Freixas y Rochet (2008).

y empresarios, donde se determinen los montos prestados (depósitos y créditos), así como las tasas de interés cobradas por cada agente. El contrato debe garantizar que tanto los empresarios como los banqueros tienen incentivos a no mentir respecto al valor del choque idiosincrático, al tiempo que banqueros y depositantes estén dispuestos a participar.

1.3 El modelo

Existen tres agentes: depositantes, bancos y empresarios. El empresario j debe determinar el monto de capital K^j con el que operará en el siguiente. Sin embargo, sólo posee recursos propios (*net worth*) por un monto N^j , de tal manera que debe solicitar recursos externos o crédito bancario (B^j) por un monto de:

$$B^j = K^j - N^j \quad (1.1)$$

Estos recursos son proveídos por el banquero j , que a su vez posee un capital bancario de M^j , de tal forma que deben captar la diferencia a través de depósitos ofrecidos por los depositantes (D). Esto implica que:

$$D = B^j - M^j \quad (1.2)$$

El rendimiento del capital viene determinado por un retorno medio, R^k , que es conocido de manera anticipada por todos los agentes, más un componente idiosincrático ω^j propio de cada empresario y cuya función de distribución se denota como $F(\omega)$ y la *pdf* como $f(\omega)$, de tal manera que el rendimiento del capital del empresario j *ex ante* estará dado por $\omega^j R^k K$. Sin embargo, el rendimiento total no puede ser observado por los otros agentes, excepto si adelantan una auditoría directa a la empresa (que implica un costo para quienes la realizan), lo que genera un problema de información asimétrica del tipo *Costly State Verification* (CSV).

1.3.1 Beneficios esperados

La determinación del contrato de deuda implica conocer inicialmente los beneficios esperados para cada agente. En primera instancia, el contrato entre el empresario y el banquero está definido por una tasa bruta sobre el crédito de Z que le exige el segundo al primero por un monto B^j de recursos. De manera alternativa, puede definirse un valor mínimo de corte sobre el choque idiosincrático ($\bar{\omega}$) que garantiza que el empresario podrá cumplir con el pago al banquero, así:

$$\bar{\omega}^j R^k K^j = Z^j B^j \quad (1.3)$$

Siempre que $\omega^j \geq \bar{\omega}^j$, el empresario podrá pagar al banquero. Cuando $\omega^j \leq \bar{\omega}^j$, el empresario no podrá cumplir con su deuda, el banquero intervendrá la empresa, realizará una auditoría y se quedará con el producto obtenido, descontado los costos de *monitoring*, obteniendo un beneficio residual de $(1 - \mu)\omega R^k K$. De manera equivalente, el contrato entre el depositante y el banquero implica una tasa de interés bruta sobre los depósitos de S , pagaderos por parte del banco siempre que el choque idiosincrático supere un valor mínimo ω^{*j} , de tal manera que:

$$(1 - \mu) \omega^{*j} R^k K^j = S^j D \quad (1.4)$$

Es importante notar que en la expresión (1.4), se está considerando la posibilidad de que el empresario quiebre y aún así el banco pueda pagarle a los depositantes después de realizar la auditoría (este equivale a un escenario de quiebra empresarial sin *default* bancario), lo que ocurre cuando $\omega^{*j} < \omega^j < \bar{\omega}^j$. Ahora, si el banco declara la imposibilidad de cumplir con los depositantes ($\omega^j < \omega^{*j}$), los depositantes lo auditarán quedándose con lo hallado menos sus respectivos costos de *monitoring*, es decir, obtienen $(1 - \gamma) (1 - \mu) \omega^j R^k K$.

El banco enfrenta en consecuencia tres escenarios posibles que determinan sus beneficios. En el primer caso, el empresario puede pagarle al banco y este a su vez a los depositantes (caso de no *default*), lo que implica que sus beneficios serán:

$$\pi^b = Z^j B^j - S^j D, \quad \omega \geq \bar{\omega} \quad (1.5)$$

En el segundo caso, el empresario no puede cumplir con el banco, pero este sí puede cumplirle a los depositantes (quiebra empresarial sin *default* bancario):

$$\pi^b = (1 - \mu) \omega R^k K - S^j D, \quad \omega^* < \omega < \bar{\omega} \quad (1.6)$$

Finalmente, en el tercer escenario los empresarios no pueden cumplir con los banqueros y estos tampoco con los depositantes (bancarrota con *default* bancario), obteniendo beneficios nulos. Considerando los casos anteriores, los beneficios esperados por el banquero serán entonces:

$$\Pi^b = \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} [(1 - \mu) \omega R^k K - S^j D] f(\omega) d\omega + \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [Z^j B^j - S^j D] f(\omega) d\omega \quad (1.7)$$

Resolviendo las integrales y tomando en cuenta las definiciones (1.3) y (1.4), se obtiene:

$$\Pi^b = \left\{ [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} R^k K \quad (1.8)$$

O de manera equivalente:

$$\Pi^b = g(\omega^*, \bar{\omega}) R^k K \quad (1.9)$$

Donde $g(\omega^*, \bar{\omega})$ puede entenderse como el retorno esperado por el banquero sobre el préstamo al empresario. Nótese que este depende no sólo de la tasa de interés del crédito ($\bar{\omega}$), sino además de la tasa de interés que cobran los depositantes (ω^*).

En el caso de los empresarios, sus beneficios esperados dependen de dos casos posibles: en primera instancia, el choque idiosincrático es tal que le permite cumplir con los compromisos adquiridos con el banco (no bancarrota). Los beneficios esperados serán:

$$\pi^e = \omega R^k K - Z^j B^j, \quad \omega \geq \bar{\omega} \quad (1.10)$$

En caso de bancarrota, por el contrario, los empresarios no obtienen beneficios. Considerando ambas posibilidades, los beneficios esperados de los empresarios serán:

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\omega R^k K - Z^j B^j] f(\omega) d\omega$$

Resolviendo y tomando en cuenta (1.3):

$$\Pi^e = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} \right\} R^k K \quad (1.11)$$

Renombrando el término entre llaves:

$$\Pi^e = n(\bar{\omega}) R^k K \quad (1.12)$$

Nuevamente $n(\bar{\omega})$ es la proporción de beneficios obtenidos por el empresario.

Finalmente, para obtener los beneficios esperados de los depositantes se tienen igualmente dos casos posibles. En el primero, los bancos cumplen con el pago prometido en el contrato, es decir:

$$\pi^d = S^j D, \quad \omega \geq \omega^*$$

Por otro lado, si el banco no puede cumplir con su compromiso (*default* bancario), los depositantes auditarán a este último y obtendrán la producción residual. En consecuencia los beneficios esperados de los depositantes serán:

$$\Pi^d = \int_0^{\omega^*} [(1 - \gamma)(1 - \mu) R^k K] f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\infty} (S^j D) f(\omega) d\omega \quad (1.13)$$

Resolviendo las integrales y tomando en cuenta las definiciones (1.3) y (1.4), se obtiene:

$$\Pi^d = \left\{ (1 - \gamma)(1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \mu)[1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} R^k K \quad (1.14)$$

Reescribiendo:

$$\Pi^d = h(\omega^*) R^k K \quad (1.15)$$

Es importante notar que:

$$n(\bar{\omega}) + g(\omega^*, \bar{\omega}) + h(\omega^*) = 1 - \mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \mu(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega$$

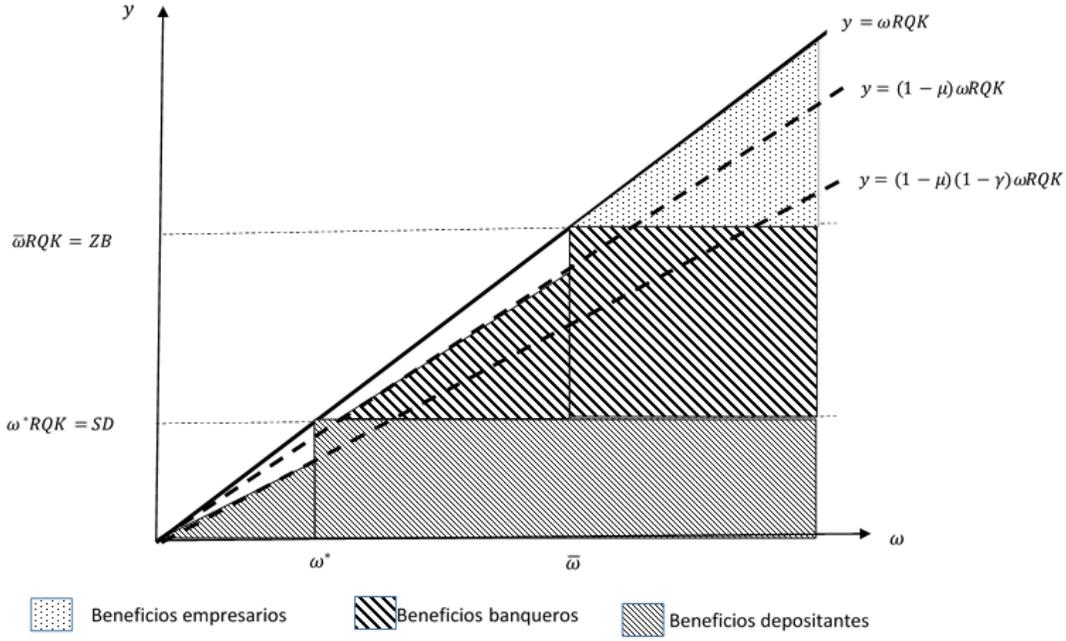
Donde $\mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega$ son los costos de *monitoring* esperados que deben pagar los bancos al auditar a los empresarios, mientras $[\gamma + \mu(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega$ corresponden al monto que deben cubrir los depositantes al auditar a los banqueros.

1.3.2 El contrato

Una vez conocidos los beneficios esperados de cada agente, el siguiente paso es determinar los valores de $(\omega^*, \bar{\omega}, K)$, es decir, que se conozcan los montos de crédito a ofrecer y las tasas de interés que cobrarán los depositantes a los banqueros y estos últimos a los empresarios. El banquero está en el centro de la negociación: por un lado debe determinar en conjunto con el empresario el monto de inversión a realizar y el costo de estos recursos; y por el otro, debe decidir con el depositante el costo de los depósitos que le serán entregados. Sin embargo, es importante recordar que la realización de ω sólo es observable por el empresario. Esto condiciona el contrato entre el banquero y el empresario, pero al mismo tiempo el contrato entre el banquero y el depositante, ya que así como el empresario podría intentar engañar al banquero, este último también podría mentir al depositante. En otras palabras, los problemas de asimetría de información entre los tres agentes descansan en esta única variable aleatoria.

La Figura 1.1 muestra los beneficios esperados de cada agente a cada nivel de ω , y cómo se relacionan con las variables que determinan los contratos. En primera instancia, los beneficios dependen de la realización de ω (eje horizontal), y K , en la medida en que condicionan la producción obtenida y (eje vertical). El valor de $\bar{\omega}$ determina la distribución de la producción y los beneficios esperados entre el empresario y el banquero. Al solicitar un monto fijo sobre la producción, el banquero garantiza que el empresario no querrá mentir respecto a la realización de ω , ya que el banco auditaría el proyecto y en este caso sus beneficios serán nulos. Por otro lado, el valor de ω^* condiciona los beneficios del banquero y el depositante. Nuevamente, para evitar que el banquero mienta sobre la realización de ω , el depositante solicita un pago fijo. Puede verse adicionalmente que los beneficios del banquero dependen negativamente de ω^* , mientras que respecto a $\bar{\omega}$, existe una situación ambigua ya al aumentarla incrementa sus beneficios, pero también el número de empresas que tendrán que declararse en bancarota.

Figure 1.1: Contrato entre depositantes, banqueros y empresarios



Formalmente, y siguiendo a Gale y Hellwig (1985), la solución del problema requiere del diseño de un contrato de tipo deuda que garantice que el empresario maximice sus beneficios, sujeto a que tanto los banqueros como los depositantes estén dispuestos a participar³. Respecto a las restricciones de participación, debe tenerse en cuenta que el banquero incluye todos sus recursos en la oferta de crédito (M^j), ya que los fondos internos son más económicos que los externos. Así, el contrato se obtiene de la solución al siguiente problema:

$$\max_{\omega^*, \bar{\omega}, K} n(\bar{\omega}) R^k K^j$$

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) R^k Q K \geq R^p (M^j)$$

$$h(\omega^*) R^k K^j \geq R^p (B^j - M^j)$$

Donde R^p es la tasa libre de riesgo o la tasa de interés real de política monetaria. El problema puede reescribirse en términos del *spread* entre el rendimiento medio del capital y la tasa libre de riesgo y el nivel de apalancamiento del empresario. Para esto, se divide por R^p y N y definiendo $s = \frac{R^k}{R^p}$, $k = \frac{K^j}{N}$, $\phi = \frac{M}{N}$, el problema queda expresado como:

$$\max_{\bar{\omega}, K, \omega^*} n(\bar{\omega}) s k$$

³Badarau y Popescu (2014) utilizan una estrategia similar a la aquí presentada para solucionar el contrato entre depositantes, banqueros y empresarios. La principal diferencia es que incluyen adicionalmente un segundo contrato entre depositantes y banqueros ya que suponen que estos últimos también están sujetos a choques de productividad idiosincráticos.

$$s.a. g(\omega^*, \bar{\omega}) sk \geq \phi$$

$$s.a. h(\omega^*)sk \geq (k - 1 - \phi)$$

Las condiciones de primer orden del problema implican:

$$\lambda = \frac{-n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})}{g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})} \quad (1.16)$$

$$n(\bar{\omega})s + \lambda g(\omega^*, \bar{\omega})s + \nu(1 - \mu)h(\omega^*)s - \nu = 0 \quad (1.17)$$

$$\nu = \frac{-\lambda g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{h_{\omega^*}(\omega^*)} \quad (1.18)$$

$$\mathcal{L}_\lambda = g(\omega^*, \bar{\omega})sk - \phi = 0 \quad (1.19)$$

$$\mathcal{L}_\nu = h(\omega^*)sk - k + 1 + \phi = 0 \quad (1.20)$$

Ahora, de (1.17), se obtiene:

$$s = \frac{\nu}{[n(\bar{\omega}) + \lambda g(\omega^*, \bar{\omega}) + \nu h(\omega^*)]} \quad (1.21)$$

Finalmente, reemplazando (1.16) y (1.18) en (1.21), se encuentra una función que define el *premium* sobre el rendimiento medio del capital como una función exclusiva de ω^* y $\bar{\omega}$. Incluyendo además las restricciones de participación, el sistema de ecuaciones que permite obtener los valores óptimos de ω^* , $\bar{\omega}$, k es:

$$s = \frac{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{[n(\bar{\omega})g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h_{\omega^*}(\omega^*) - n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})g(\omega^*, \bar{\omega})h_{\omega^*}(\omega^*) + n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})h(\omega^*)]} \quad (1.22)$$

$$s = \frac{1}{h(\omega^*)k} (k - 1 - \phi) \quad (1.23)$$

$$k = \frac{\phi}{g(\omega^*, \bar{\omega})s} \quad (1.24)$$

1.4 Solución del contrato y estática comparativa

El sistema anterior puede ser solucionado numéricamente, después de su calibración. La Tabla 1.1 muestra los valores usados para los costos de *monitoring* de banqueros y depositantes, la desviación estandar de la función de distribución de ω , el *spread* del rendimiento medio del capital y los niveles de capital empresarial y

bancario. Aunque el sistema muestra ser consistente en términos de solución a distintos valores plausibles de capital empresarial, bancario y *spread*, como se mostrará posteriormente, para algunos valores de costos de *monitoring* se presentan raíces imaginarias, lo que hace poco práctico su análisis. Los valores aquí utilizados, además de ser consistentes con lo esperado teóricamente, evitan esta situación.

Table 1.1: Valor de los parámetros para los ejercicios de estática comparativa

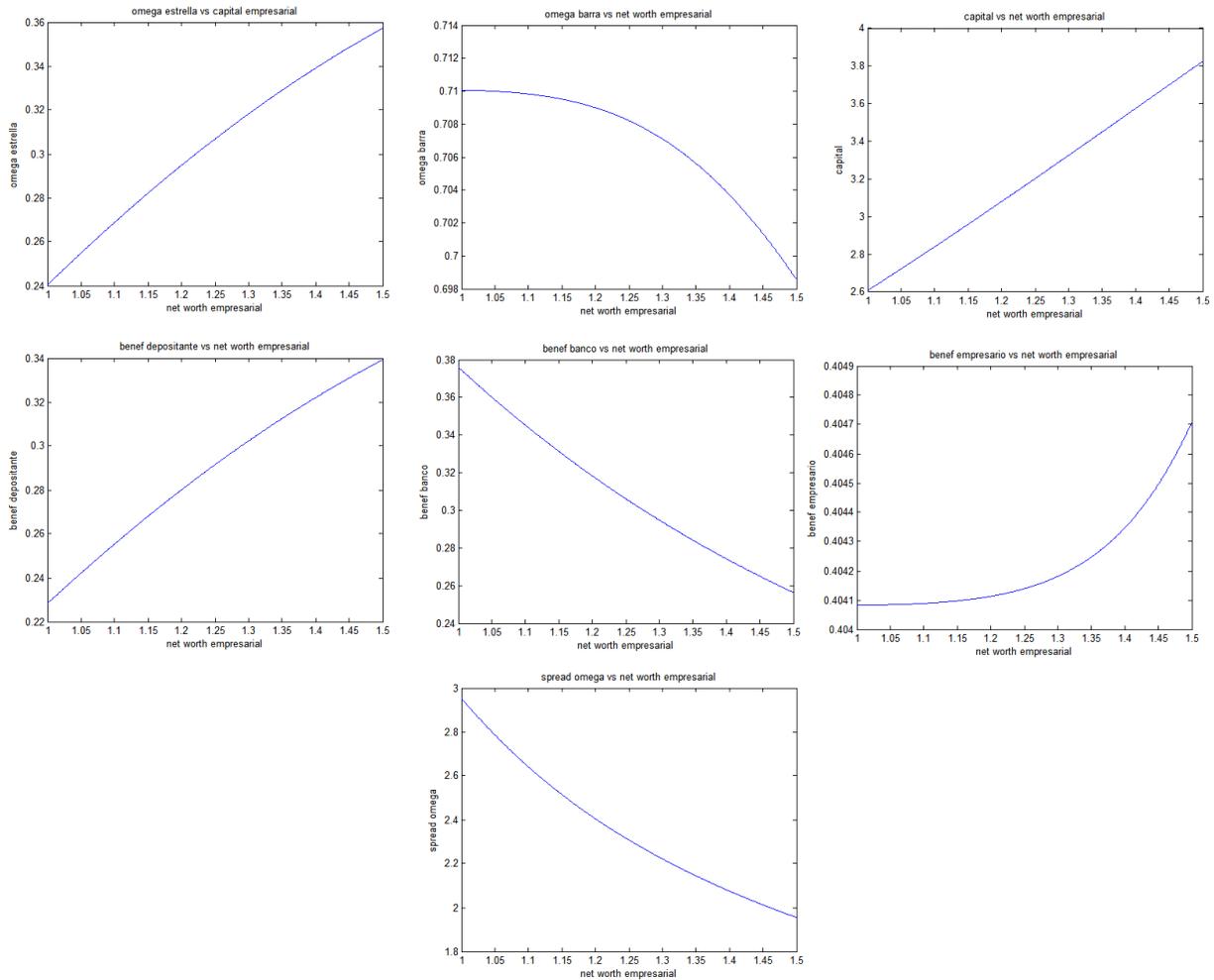
Parámetro	Valor	Descripción
μ	0.05	Costo de <i>monitoring</i> de banqueros a empresarios
γ	0.3	Costo de <i>monitoring</i> de depositantes a banqueros
σ	0.3	Desviación estandar de la distribución de ω
s	1.02	<i>spread</i> entre el rendimiento medio del capital y la tasa libre de riesgo
N	1	<i>Net worth</i> empresarial
M	1	Capital bancario

Una vez obtenida la solución del sistema, es posible realizar diferentes ejercicios de estática comparativa a fin de comprender cómo posibles choques de riqueza afectan los costos de financiamiento externo de banqueros y empresarios, afectando por esta vía los costos de financiamiento externo de los agentes, la oferta de crédito y la distribución de los beneficios entre los distintos agentes. Los resultados de estos análisis se resumen en los siguientes enunciados.

Resultado 1: *Un aumento en el nivel de net worth empresarial incrementa el capital de equilibrio, disminuyendo el costo de financiamiento externo para los empresarios pero encareciendolo a los banqueros.*

Los efectos sobre los costos de financiamiento y el nivel de crédito de equilibrio ante un cambio en el *net worth* empresarial (Figura 1.2) son ampliamente analizados y conocidos en los modelos de este tipo, sin embargo, en la medida en que los bancos no se incluían de manera explícita en el problema, no era posible analizar los efectos de este choque sobre los niveles de captación y sus beneficios. En cuanto a los efectos sobre el crédito, el mayor capital empresarial trae consigo un mayor nivel de crédito. Esto se debe a que el capital empresarial no sólo sirve como insumo para la producción, sino que además puede verse como garantía o colateral para los banqueros. De esta forma, su aumento permite a los empresarios obtener un mayor nivel de crédito por parte de los bancos a una misma tasa de interés o valor de $\bar{\omega}$. De otra manera, el mayor capital empresarial disminuye el costo de financiamiento externo.

Figure 1.2: Efectos sobre el capital y costos financieros de cambios en el *net worth* empresarial



En cuanto a los bancos, el mayor *net worth* empresarial aumenta la demanda de crédito, lo que al mismo tiempo eleva la demanda de depósitos por parte de los banqueros, sin embargo, en la medida en que el capital bancario permanece inalterado, los depositantes aumentan la tasa de interés, lo que se traduce en un mayor valor de ω^* . Por esta razón el *spread* entre las tasas de interés de captación y colocación es decreciente (medido como el cociente $\bar{\omega}/\omega^*$). Los valores de omega pueden verse igualmente como medidas de riesgo. Así, el aumento del capital empresarial disminuye el riesgo de los empresarios, en la medida en que el valor mínimo que garantiza el cumplimiento de sus obligaciones con los banqueros se hace más pequeño y probable. Por el contrario, el riesgo de quiebra de los bancos aumenta ya que el valor mínimo de corte que garantiza el cumplimiento de sus obligaciones con los depositantes aumenta.

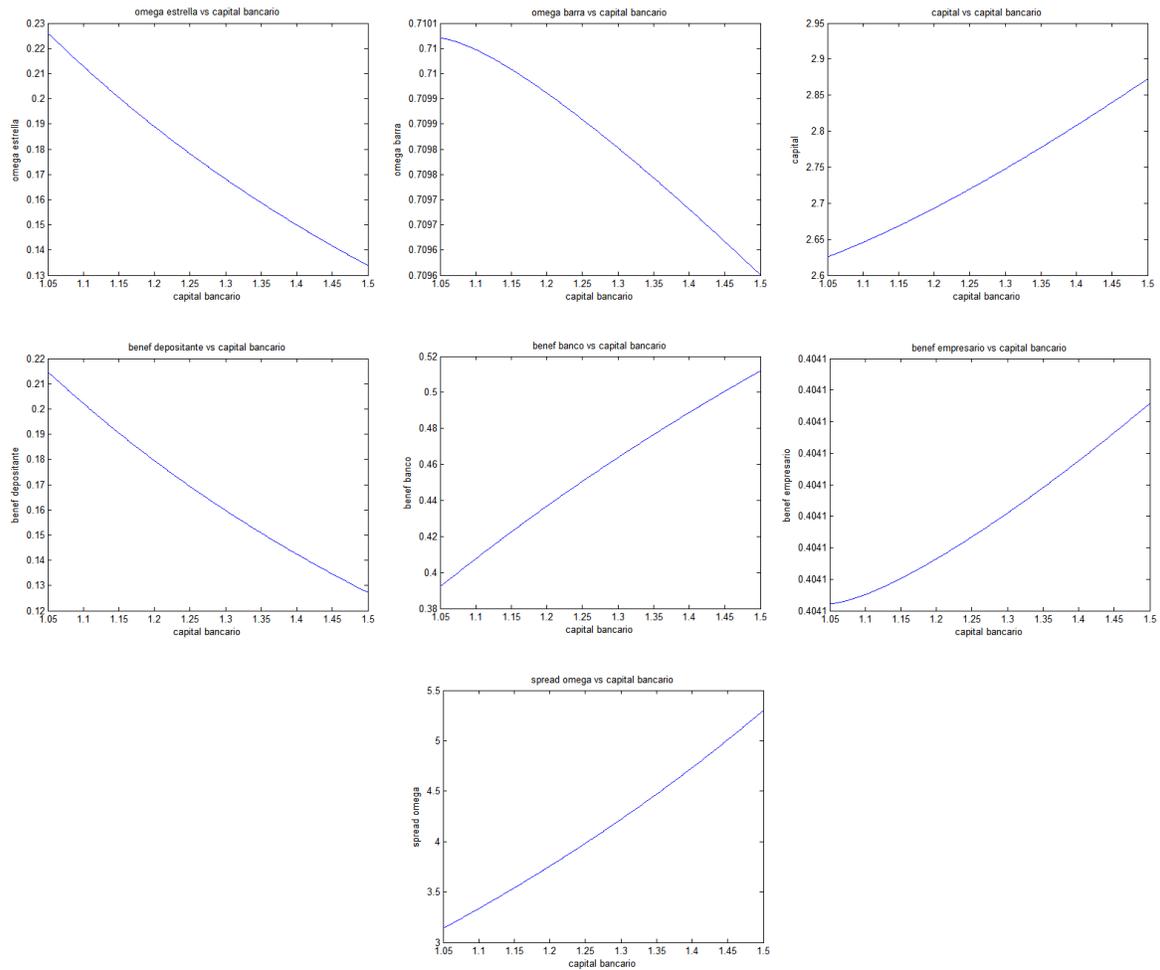
Estos movimientos tienen igualmente consecuencias en términos de la distribución de beneficios de los agentes. Así, aunque el nivel de crédito solicitado por los empresarios aumenta, sus beneficios también son crecientes debido a la disminución en el costo del financiamiento externo. Los beneficios de los depositantes igualmente crecen, pero en esta ocasión debido a un mayor nivel de depósitos otorgados a los banqueros que al mismo tiempo tienen un mayor rendimiento. Por el contrario, el rendimiento de los bancos se ve disminuido debido

al encarecimiento de su financiamiento externo y el menor valor de los créditos otorgados.

Resultado 2: *un aumento del capital bancario, incrementa el capital de equilibrio y disminuye los costos de financiamiento externo tanto a banqueros como a empresarios.*

Uno de los objetivos de la inclusión de la fricción financiera entre depositantes y banqueros es determinar el impacto de cambios en el nivel de capital bancario sobre el desempeño financiero. Los resultados (Figura 1.3) muestran que efectivamente el capital bancario afecta de manera positiva el nivel de crédito por dos vías. En primer lugar, disminuye su costo del financiamiento externo de los bancos, de tal forma que tienen acceso a un mayor nivel de recursos por parte de los depositantes. Por otro lado, contrario al caso anterior, se presenta igualmente una disminución en el costo del financiamiento externo para los empresarios, de tal forma que estos igualmente pueden expandir sus niveles de crédito aún con el mismo nivel de *net worth*. Es decir, la disminución en el costo de los depósitos se traslada de manera parcial al costo de los créditos empresariales, lo que favorece a su vez la producción. Sin embargo, un aspecto interesante es que en este caso la caída en el valor de $\bar{\omega}$ es menor que cuando el choque ocurre directamente sobre el capital empresarial, como consecuencia los aumentos en el crédito son menores.

Figure 1.3: Efectos sobre el capital y costos financieros de un aumento en el capital bancario



La dinámica de las tasas interés hace que el margen entre ellas tenga un comportamiento positivo, mostrando que aunque se presenta una caída en ambas tasas de interés, la caída en ω^* es mayor a la experimentada por $\bar{\omega}$, lo que explica el aumento en los beneficios bancarios. Por el contrario los beneficios de los depositantes disminuyen debido a la menor tasa de interés, mientras los beneficios empresariales experimentan un leve incremento ya que aunque disminuye el costo externo aumentan sus niveles de crédito.

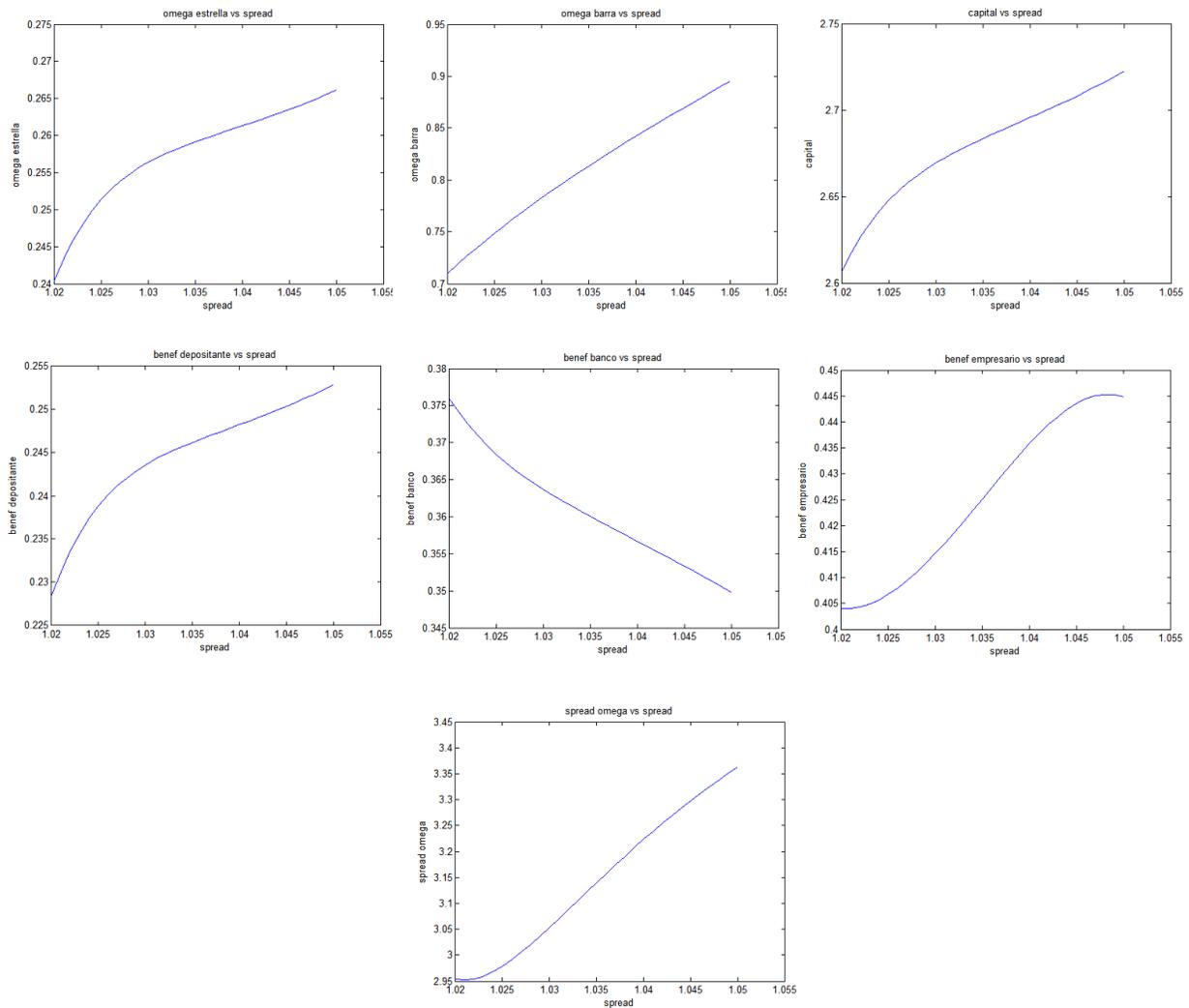
En términos de riesgo, este resultado sugiere que los mayores niveles de capital bancario son favorables la producción ya que permiten financiar un mayor nivel de capital para la producción aunque incurriendo en menos riesgos tanto para los banqueros como para los depositantes.

Resultado 3: *el aumento del rendimiento medio del capital incrementa el nivel de capital de equilibrio, pero eleva los costos de financiamiento externo tanto a banqueros como a empresarios.*

Una cuestión importante es el efecto de los cambios en el *spread* entre la tasa de rendimiento medio del capital. La Figura 1.4 muestran como su aumento eleva los niveles de capital de equilibrio, debido a que aumenta la

probabilidad de que los empresarios puedan pagar a los banqueros y estos a su vez a los depositantes, ya que el rendimiento medio afecta directamente la producción media, lo que puede verse como un desplazamiento de la curva de producción hacia arriba. Es decir, dado los mismos niveles de capital, el nivel de producto esperado aumenta. Aunque la probabilidad de *default* cae, los valores de ω^* y $\bar{\omega}$ aumentan como señal del aumento de los recursos financiados.

Figure 1.4: Efectos sobre el capital y costos financieros de cambios en el *spread* de la tasa de interés



Las Figura 1.5 sintetiza los resultados obtenidos respecto a una variable clave como la oferta de capital. En la primera se muestran los valores de equilibrio para el capital ante distintos niveles de *premium* financiero(s) y *net worth* empresarial. En ella puede apreciarse como, todo lo demás igual, un aumento en el retorno esperado del capital disminuye la probabilidad de *default* de los empresarios y les permite aumentar su endeudamiento. Una manera equivalente de comprender esta relación es que la necesidad por parte del empresario de obtener mayor financiamiento sólo puede ser cubierta a través de un mayor costo financiero, debido al aumento en

la probabilidad de *default* que experimenta frente a su mayor grado de apalancamiento. Por otro lado, puede apreciarse como la oferta de capital depende igualmente de manera positiva del *net worth* empresarial (donde $n_1 < n_2$). Un comportamiento similar se aprecia en la segunda figura, pero en este caso respecto al capital bancario. Nuevamente el mayor retorno medio del capital favorece su oferta, así como una mayor disponibilidad de capital bancario (donde $m_1 < m_2$).

Figure 1.5: *Net worth* empresarial, bancario, rendimiento medio y oferta de capital

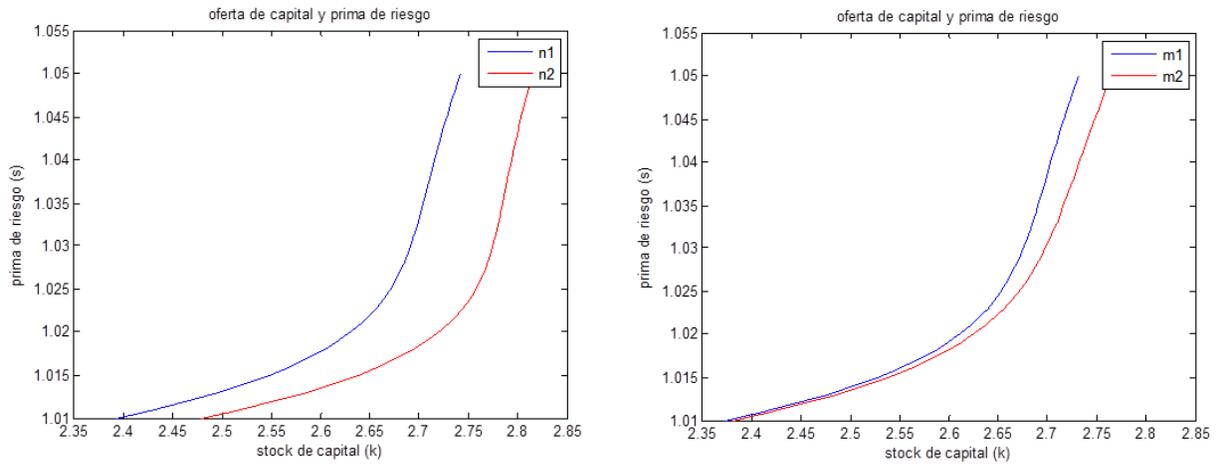


Figure 1.6: Oferta de capital físico, *net worth* empresarial y *premium* financiero)

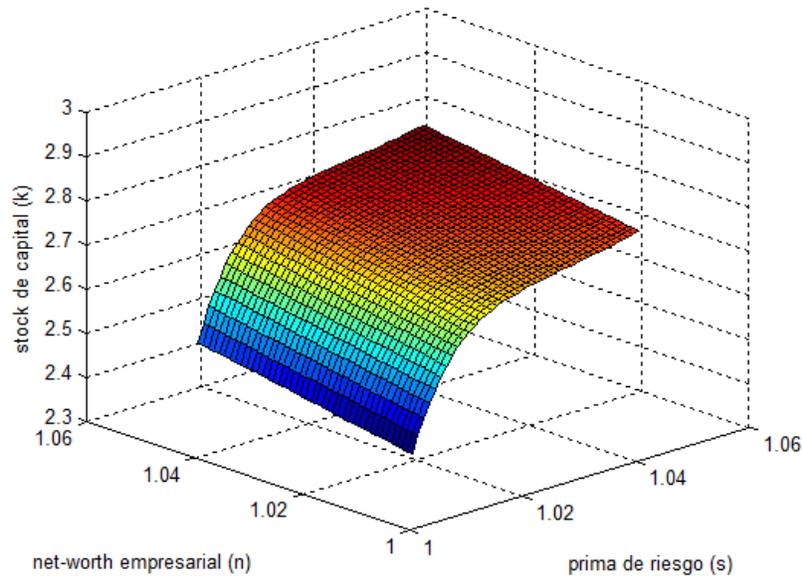
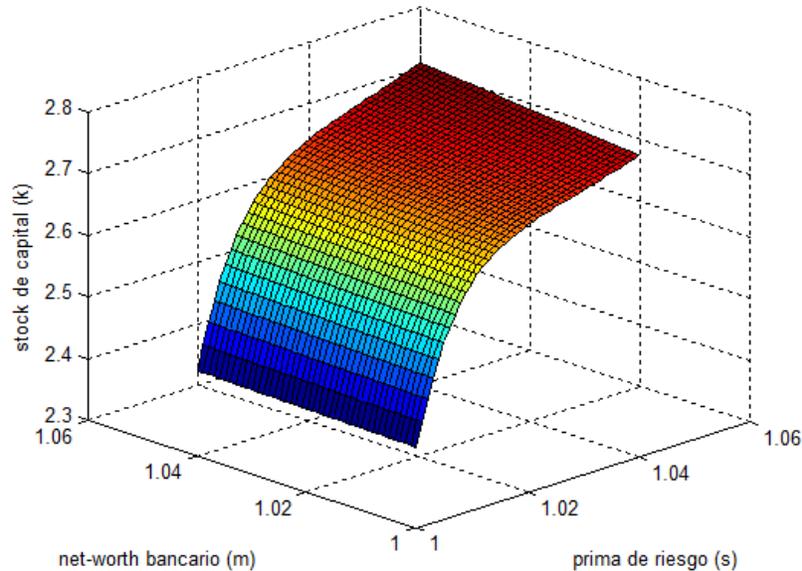


Figure 1.7: Oferta de capital físico, capital bancario y *premium* financiero



Este comportamiento es robusto a distintos niveles iniciales de *net worth* empresarial, capital bancario y *spread*, tal como se evidencia en las Figuras 1.6 y 1.7, donde nuevamente se aprecia como la oferta de capital de equilibrio (*stock* de capital), está relacionada positivamente con los niveles iniciales de ambos tipos de capital, independiente del nivel de *spread*. Ahora bien, es importante anotar que la oferta de capital es menos sensible a las variaciones en los niveles de capital bancario en comparación con variaciones en el capital empresarial, aunque esta sensibilidad aumenta a mayores niveles de *spread*. La explicación para esto se encuentra en el hecho que los aumentos en los niveles de capital bancario se trasladan de manera parcial hacia las tasas de interés de los empresarios, de tal manera que la demanda de crédito reacciona menos que cuando el choque ocurre directamente sobre el capital empresarial, caso en el cual las caídas en las tasas de interés son mayores (véase el comportamiento de $\bar{\omega}$ en las Figuras 1.2 y 1.3).

1.5 Conclusiones

Uno de los grandes retos de la macroeconomía moderna es incorporar de manera plausible el papel del sistema financiero en la economía. Los primeros desarrollos en este sentido se concentraron en analizar las fricciones financieras entre intermediarios financieros y empresarios (Bernanke y Gertler, 1989; Carlstrom y Fuerst, 1997; Bernanke, Gertler y Gilchrist, 1999) como alternativa para comprender los efectos de choques redistributivos de riqueza que pudiesen afectar el capital empresarial. Sus resultados mostraron que efectivamente este tipo de choques no sólo podrían explicar el surgimiento de ciclos económicos, sino que incluso podrían amplificarlos. Sin embargo, este marco de análisis resultó insuficiente al momento de comprender la racionalidad de los agentes financieros, así como el papel del capital bancario en la economía, elementos fundamentales para comprender las discusiones recientes sobre la relación entre los ciclos financieros y los ciclos económicos o el papel de la política económica, macroprudencial y regulatoria.

En este primer capítulo se presenta una estrategia de análisis alternativo que incorpora una segunda fricción financiera entre depositantes y banqueros en un contexto estático. Esta se justifica en la literatura bancaria que afirma que uno de los motivos para la existencia de la banca se encuentra en el hecho de que esta posee una tecnología de *monitoring* más eficiente que la de los depositantes al momento de determinar los mejores proyectos a financiar, y auditar las empresas que no cumplen con sus compromisos financieros. Con esta incorporación, se propone una estrategia de solución fundamentada en el diseño de un contrato tipo deuda que condiciona la maximización de ganancias de los empresarios a que tanto los banqueros como los depositantes estén dispuestos a participar. Una de las novedades de esta estrategia es que sólo se requiere de un choque idiosincrático en la economía (sobre la producción empresarial), el mismo que condiciona los rendimientos de banqueros y depositantes. La determinación de las tasas de interés de depositantes, banqueros y oferta de crédito están condicionadas entonces por la interacción simultánea de los tres agentes al momento de la negociación.

Los resultados de los distintos ejercicios de estática comparativa realizados demuestran que no sólo el capital empresarial, sino además el capital bancario, influyen en el nivel de oferta de crédito en la economía. Esto quiere decir que eventos exógenos que alteren la disponibilidad de recursos de cualquiera de estos agentes, afectan igualmente la dinámica de la economía en su conjunto. Sin embargo, se evidencia que los mecanismos de transmisión en cada caso son diferentes. Así, los aumentos en los niveles de *net worth* empresarial generan una disminución en la tasa de interés de los créditos (o de manera equivalente, en el nivel de $\bar{\omega}$), impulsando la oferta de crédito. Sin embargo, la mayor necesidad de financiamiento externo que experimentan los banqueros, quienes no ven alterados sus niveles de capital, impulsa el costo de los depósitos (ω^*). De esta forma, los beneficios de los banqueros disminuyen, mientras aumentan los de los depositantes y empresarios. Esta situación es contraria cuando el choque exógeno se presenta sobre el capital bancario. En este caso tanto el costo de los depósitos como de los créditos disminuye, lo que hace que la oferta de crédito se expanda en un ambiente de mayor estabilidad financiera, entendida esta como una menor toma de riesgo por parte de todos los agentes de la economía. Sin embargo, el aumento del crédito en este caso es menor, debido a que la caída en la tasa de interés de los empresarios reacciona menos que en el caso en que el choque ocurre directamente sobre el capital empresarial. Finalmente, mayor rendimiento medio del capital disminuye la probabilidad de *default* de los empresarios, impulsando la oferta de crédito dado los mismos niveles de capital empresarial y bancario.

Chapter 2

Ciclos financieros y ciclos económicos: ¿importa el capital bancario?

2.1 Introducción

La “Gran Recesión” de 2007 generó un cambio de percepción respecto al papel del sistema financiero como generador y amplificador de los ciclos económicos. Una de sus características más importante fue la interacción entre una profunda crisis financiera, caracterizada por el deterioro súbito y acelerado de los niveles agregados de capitalización del sistema, y una crisis económica cuya magnitud sólo es comparable en proporciones con la “Gran Depresión”. Mientras gran parte de la literatura reciente se ha concentrado comprender el alcance e implicaciones las medidas de política monetaria no convencional implementadas por distintos Bancos Centrales alrededor del mundo desarrollado en este período, pocos se han concentrado en analizar la importancia de la capitalización del sistema financiero como un factor que puede relacionar las crisis financieras y económicas. En este sentido, el objetivo de este trabajo es aportar evidencia sobre la importancia del capital bancario en el desempeño económico y su papel como generador de ciclos económicos. Específicamente, las preguntas que buscan responderse son: (i) ¿Cómo afectan los niveles de capitalización de la banca a las dinámicas de las economías? (ii) ¿Qué capacidad tiene un choque de riqueza bancario para explicar la profundidad y persistencia de una crisis económica como la “Gran Recesión”?

Para responder estas preguntas, se desarrolla un modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) que sigue la estructura propuesta en el trabajo de Carlstrom y Fuerst (1997, CF de aquí en adelante), pero que incluye adicionalmente un sistema bancario que intermedia los recursos entre depositantes y empresarios, y requiere capital propio para financiar el crédito empresarial. Para incorporar esta modificación se hace uso de la propuesta analizada en el capítulo 1, al suponer la existencia de una doble fricción financiera, de tal manera que los niveles de crédito de equilibrio dependen de los niveles de *net worth* empresarial y bancario. Este contrato es incluido en un ambiente dinámico, donde las decisiones de acumulación de capital de cada uno de estos agentes depende de la relación entre el rendimiento interno y externo de sus fondos, el cual a su vez está condicionado por el precio del capital físico.

Esta modificación permite incorporar la racionalidad del sistema financiero en un contexto dinámico, en línea con la literatura económica reciente, como los trabajos de Gertler y Karadi (2011), Jermann y Quadrini (2012), Hidakata, Sudo y Ueda (2013) y Iacovello (2015), al tiempo que le otorga un papel determinante al capital bancario en la dinámica económica. De esta manera, se supera gran parte de los modelos propios de la literatura pre-crisis, como los trabajo de Bernanke y Gertler (1989) y Bernanke, Gertler y Gilchrist

(1999, BGG de aquí en adelante), donde se supone que los intermediarios financieros son pasivos y no buscan ninguna ganancia en su proceso de intermediación, de manera que los niveles de capitalización bancaria no son considerados.

Frente a trabajo más recientes, una diferencia importante de este modelo se encuentran en el hecho de que se construye sobre la base del trabajo de CF, mientras otros hacen uso del marco de análisis de BGG o Kiyotaki y Moore (1997) (p.e. Hirakata *et al.*, 2014; Iacoviello, 2015). Esto es importante ya que en CF no existe el efecto de “acelerador financiero” propio de BGG, de tal forma que los resultados responden de manera más clara a la incorporación del capital bancario. En segundo lugar, se establece una doble asimetría de información, mientras en trabajos como el de Gertler y Karadi (2010), se considera sólo una fricción entre depositantes y banqueros. Finalmente, la modelación utilizada implica que son los choques idiosincráticos de los empresarios los que determinan todo el riesgo de cumplimiento en la economía, tanto de los empresarios a los banqueros, como de estos a los depositantes, un escenario más realista que el propuesto por algunos otros artículos donde existen choques idiosincráticos tanto para empresarios como para banqueros, pero incorrelacionados entre ellos (p.e. Hirakata *et al.*, 2015 y Badarau y Popescu, 2014).

El modelo propuesto reproduce algunos de los principales hechos estilizados de los ciclos económicos, como la prociclicidad del consumo, la inversión y el trabajo, y la menor volatilidad del consumo respecto al producto. Adicionalmente, captura la prociclicidad del crédito, la tasa de interés y el capital bancario señalada en estudios empíricos como Mimir (2012). Por otro lado, se aprecia una tendencia hacia la mayor volatilidad de las variables financieras respecto a las reales. Finalmente, los coeficientes de autocorrelación sugieren una mayor persistencia de los choques de productividad en este caso frente al modelo de referencia sin bancos.

Respecto a la relación entre ciclos financieros y económicos, los resultados son favorables a la existencia de un canal de transmisión mediado por los niveles de capitalización del sistema financiero. Así, choques externos que afecten el capital bancario se constituyen en fuentes de ciclos económicos. Ahora, los resultados cuantitativos muestran que un choque negativo sobre el capital bancario tiene un efecto sobre el producto de cerca de una tercera parte de un choque equivalente sobre el capital empresarial, de tal forma que un choque de este tipo no podría explicar por sí solo la profundidad de una crisis como la iniciada en 2007. Sin embargo, la inclusión del capital bancario genera mayor persistencia sobre las variables reales, de tal manera que sí podría explicar la duración del ciclo recesivo.

Finalmente, frente a un choque de productividad se evidencia una reacción del producto menor en la presencia de capital bancario, lo que sugiere que la política de requerimientos de capital puede ser efectiva como estabilizador del ciclo económico y controlar los efectos de choques negativos sobre la economía.

El resto del trabajo se encuentra organizado así: en la segunda sección se hace una revisión de la literatura reciente sobre choques financieros y ciclos económicos; en la tercera se presenta el modelo, mientras en la cuarta se realiza el análisis de las propiedades del modelo y experimentos alternativos para simular una eventual crisis financiera. En la última parte se concluye.

2.2 Ciclos financieros y reales: una breve revisión de la literatura

Los trabajos de CF y BGG se constituyen en la síntesis de las ideas en macroeconomía sobre el papel de las fricciones financieras en el ciclo económico, al usar como marco de referencia las ideas previas de Bernanke y Gertler (1989). Sin embargo, es poco lo que puede decirse a partir de estos sobre el papel del capital bancario

en la economía y los efectos de un choque de riqueza que lo afecte de manera negativa, tal como ocurrió en la última crisis financiera. Es por esta razón que una serie de nuevos estudios se concentran en este tema, tratando de incorporar de manera alternativa el sistema financiero.

Un primer trabajo en esta línea es el de Gertler y Karadi (2011). En este se incorpora el sistema financiero como intermediario de los recursos entre los hogares y las firmas. El modelo propuesto asume que los banqueros financian los préstamos a las firmas usando sus propios recursos (*net worth* bancario) y captando depósitos de las familias. En este caso la fricción financiera proviene de la relación entre los banqueros y los depositantes exclusivamente (se omite la asimetría de información entre banqueros y empresarios), al considerar que los primeros tienen incentivos a desviar parte de las ganancias obtenidas en cada período hacia la familia de la que son miembros. Así entonces, el contrato óptimo debe garantizar que la ganancia obtenida por su operación como intermediario financiero sea mayor o igual a la que obtendría si decide desviar parte de sus recursos. De esta forma la capacidad de obtener recursos de las familias se encuentra limitada por su nivel de patrimonio. Los resultados muestran que efectivamente los choques de riqueza, entendidos como redistribuciones del *net worth* de los intermediarios financieros hacia las familias, generan una caída significativa del producto, originada por el encarecimiento del financiamiento externo bancario y su consecuente disminución sobre los niveles de inversión. Sin embargo, la caída del producto en este caso es menor frente a la ocurrida ante choques alternativos de productividad o política monetaria.

Jermann y Quadrini (2012) analizan el impacto de los choques financieros sobre los agregados macroeconómicos y su capacidad de explicar la profundidad de la crisis reciente. Para ello desarrollan un modelo DSGE donde las firmas pueden elegir entre financiarse a través de deuda o *equity*, donde la primera es preferida debido a la existencia de ventajas impositivas. Para incorporar problemas en la estructura financiera, se asume que los prestamistas tienen una probabilidad positiva de no recuperar el préstamo realizado a las firmas, de tal manera que un aumento en esta probabilidad está asociado a un *shock* financiero. Sus resultados muestran que este tipo de choques tiene una gran capacidad para explicar la dinámica de variables como el producto, el empleo, la deuda y el pago de utilidades. Adicionalmente encuentran que los choques financieros tienen un efecto mayor sobre la inversión, el trabajo y el producto respecto a un choque de productividad.

Tomando como marco de referencia el modelo BGG, Hirakata, Sudo y Ueda (2013), indagan por la importancia del *net worth* de los intermediarios financieros sobre la economía, especialmente su efecto sobre el producto. El modelo considera la existencia de un intermediario financiero que financia a los empresarios usando depósitos de los inversionistas y su propio capital. En este caso, se asume que tanto los empresarios como los intermediarios financieros enfrentan choques idiosincráticos diferenciados que afectan su capacidad de pago al respectivo prestamista, de tal forma que se requieren desarrollar sendos contratos entre depositantes e intermediarios financieros y entre estos y los empresarios. Los autores encuentran que los choques sobre el capital bancario son una fuente de explicación de los ciclos económicos y que incluso su efecto sobre el producto puede ser mayor a un choque de riqueza empresarial. Sin embargo, este resultado depende en gran medida de la relación entre ambos tipos de *net worth*, de tal forma que el efecto será similar en la medida en que los valores de estos tiendan a igualarse.

Iacovello (2015) incorpora un banco representativo encargado de intermediar los recursos entre los hogares y los empresarios. En este caso, de manera similar a Kiyotaki y Moore (1997), los agentes pueden comprar y acumular propiedad raíz como un activo productivo. Sin embargo, y como forma de incorporar fricciones financieras, asume que existen restricciones de colateral tanto para los banqueros como para los empresarios, de tal forma que los recursos que pueden solicitar cada uno a sus respectivos prestamistas no pueden ser

superiores a una fracción del valor esperado de su *stock* de activos en propiedad raíz. Usando este modelo indaga por los efectos de un choque financiero sobre la economía, entendido este como una caída en el *net worth* bancario bien sea vía precios o cantidades, además de choques de redistribución de riqueza entre banqueros y hogares. A partir de este demuestra que la combinación de choques financieros que afecten el precio de los activos (especialmente el precio de la vivienda) y el valor del *net worth* empresarial, permiten reproducir algunos hechos estilizados de la crisis financiera de 2007-2008. Adicionalmente concluye que la incorporación de fricciones financieras produce efectos mayores sobre el producto ante choques que afecten el capital empresarial o bancario frente a un modelo sin este tipo de fricciones.

En suma, la literatura post-crisis reconoce la necesidad de incorporar intermediarios financieros en los modelos económicos para ampliar la comprensión sobre la dinámica económica. Así mismo, coinciden en la importancia de considerar los *shocks* financieros como fuentes de los ciclos económicos, visión que tuvo una importancia marginal anteriormente. Ahora bien, una diferencia importante entre los distintos trabajos referenciados (además del uso de diferentes alternativas de modelación), radica en el impacto sobre el producto derivado de un choque financiero. Mientras algunos encuentran que los efectos sobre el producto de un choque financiero son superiores a los de un choque de productividad o de riqueza empresarial, otros encuentran resultados contrarios. En lo que nuevamente coinciden, es en que la inclusión del capital bancario genera mayor persistencia sobre la dinámica de las variables económicas respecto a un modelo sin sistema financiero.

2.3 Un modelo dinámico con intermediación financiera

El modelo propuesto sigue de cerca a CF al asumir la existencia de fricciones financieras derivadas de un problema de *Costly State Verification (CSV)* entre los agentes que participan en el proceso de producción de capital. Sin embargo, en este caso se supone que existen tres agentes que interactúan simultáneamente en la producción de este recurso, determinando los montos de recursos prestables, su costo y la estructura de financiamiento entre recursos propios y externos. Estos son: depositantes, banqueros y empresarios productores de capital. La interacción de estos agentes genera una curva de oferta de capital con pendiente positiva que se incorpora en un modelo de equilibrio general dinámico convencional con el fin de determinar la forma en que las fricciones financieras condicionan la dinámica de la economía.

De manera más específica, existe un número infinito de productores de capital, cada uno de los cuales debe solicitar recursos a un banquero al inicio de cada período (créditos) para poder producir, pagando por este crédito un monto fijo establecido previamente (tasa bruta de interés de colocación). La producción de capital está sometida a un choque idiosincrático que sólo es observable por cada empresario de manera directa, de tal forma que existe la posibilidad de que la producción obtenida no sea suficiente para cumplir sus compromisos con el banco, incurriendo en bancarrota. En el caso en que el banco desee conocer el valor de la producción, o el empresario se declare en bancarrota, tendrá que incurrir en unos costos de auditoría o *monitoring*. Existe entonces un problema de información asimétrica entre el empresario y el banquero, lo que obliga al segundo a diseñar un contrato de deuda¹ buscando que el empresario tenga incentivos a revelar el verdadero valor de la producción *ex post*, minimizando los costos de auditoría.

Por otro lado, existe un número infinito de bancos que intermedian la relación entre los depositantes y los productores de capital. Cada banco posee un monto de recursos propios (capital bancario) que en conjunto

¹Gale y Hellwig (1985) demuestra que en un problema de información asimétrica de estas características el contrato óptimo asociado tiene la estructura de un contrato de deuda, donde se especifica un valor a pagar por los recursos *ex-ante* por parte del prestamista.

con los depósitos de las familias, son usados para financiar a un único empresario productor de capital. De esta forma el choque idiosincrático enfrentado por cada productor de capital, no sólo condiciona su probabilidad de quiebra, sino que además este riesgo se transmite al resto de la economía a través de eventual quiebra del banco que financia este proyecto. Se genera entonces una segunda asimetría de información entre depositantes y los banqueros, ya que los primeros no pueden observar el choque idiosincrático directamente o verificar sí el empresario pudo pagar al banquero sin incurrir en unos costos de *monitoring* asociados.

De esta manera, se establece la necesidad de una negociación simultánea entre los depositantes, banqueros y empresarios, donde se determinen los montos prestados (depósitos y créditos), así como las tasas de interés cobradas por cada agente. El contrato debe garantizar que tanto los empresarios como los banqueros tenga incentivos a no mentir respecto al valor del choque idiosincrático, al tiempo que tanto los banqueros como los depositantes estén dispuestos a participar. El resultado de este contrato y su agregación entre todos los empresarios productores de capital es una curva de oferta de capital de pendiente positiva que en conjunto con una curva convencional de demanda de capital determina el precio del capital y el monto de inversión en cada período. Con estos elementos se determina el resto de las variables agregadas (producto, consumo, trabajo) cuya dinámica es similar a lo planteado por CF.

2.3.1 Los contratos financieros y la curva de oferta de capital

Los contratos financieros se inscriben en un escenario de equilibrio parcial, donde se encuentran predeterminados los montos de capital empresarial (n^e), bancario (m) y el precio del capital (q), que se determinarán posteriormente en el marco dinámico². En primer lugar, los empresarios requieren i unidades de capital, requiriendo financiamiento externo(b) por un monto:

$$b = i - n^e \quad (2.1)$$

El cual es otorgado por los banqueros. Estos a su vez, deben captar la diferencia entre el monto de crédito solicitado por los empresarios y su capital por medio de depósitos de las familias (d), de manera que se cumple:

$$b = m + d \quad (2.2)$$

Ahora, sobre la producción de capital, el empresario posee una tecnología lineal que transforma los bienes de consumo en capital y cuya productividad está sujeta a un choque idiosincrático no observable antes de la producción (ω):

$$y_k = \omega i$$

Cuya función de distribución se denota $F(\omega)$ y la pdf como $f(\omega)$. Esta tecnología sólo puede ser observada por empresarios, de tal forma que si otros agentes (banqueros o depositantes) están interesados en observarla

²En este caso se sigue de cerca la notación y modelación del contrato propuesta en CF, incluyendo la existencia de costos de *monitoring* proporcionales al valor del crédito y la modificación de la función de producción de los empresarios. Pese a estas ligeras diferencias de esta propuesta frente a la seguida en el capítulo 1, la solución y propiedades del contrato en este caso se mantienen iguales, incluyendo el efecto positivo del capital bancario y empresarial sobre la curva de oferta de crédito. Sin embargo, debido a que el algebra del problema cambia ligeramente, se presenta de manera completa nuevamente.

deben adelantar una auditoría directa que implica incurrir en unos costos positivos. Se requiere entonces diseñar un contrato entre los agentes con el fin de conocer los montos prestados y el costo de los recursos que ofrecen tanto los depositantes como los bancos. En primer lugar, el contrato define una tasa bruta sobre el credito de $(1 + r^k)$ que le exige el banquero al empresario por un monto i de recursos. De esta forma, puede definirse un valor mínimo de corte sobre el choque idiosincrático ($\bar{\omega}$) que garantiza que el empresario podrá cumplir con el pago pactado al banquero:

$$\bar{\omega}i = (1 + r^k) (i - n^e) \quad (2.3)$$

Los beneficios esperados de los banqueros dependerán de la realización de ω . Si $\omega \geq \bar{\omega}$, el empresario podrá pagar al banquero. Sin embargo, en el caso en que el empresario se declare incapaz de hacerlo, el banquero intervendrá la empresa, realizará una auditoría y se quedará con el producto obtenido, descontado los costos de *monitoring*. Es decir, en este caso el producto obtenido por el banco será:

$$q\omega i - q\mu i, \quad \omega \leq \bar{\omega}$$

Donde μ es el costo de la auditoría y se supone proporcional al monto prestado. De manera equivalente, el contrato entre el depositante y el banquero implica una tasa de interés bruta sobre los depositos de $(1 + r^d)$, pagaderos por parte del banco siempre que el choque idiosincrático supere un valor minimo ω^* , de tal manera que:

$$\omega^*i - \mu i = (1 + r^d) (i - n^e - m) \quad (2.4)$$

Donde se está considerado el hecho de que es posible que el banco pueda pagarle al depositante aún si el empresario se declarase en bancarrota. Ahora bien, en caso en que el banco declare la imposibilidad de cumplir con este compromiso, de manera simétrica al caso anterior, los depositantes realizarán una auditoría al banco quedandose con lo hallado menos los costos de *monitoring*:

$$q\omega i - q\mu i - q\gamma i, \quad \omega \leq \omega^*$$

Donde γ son los costos de los auditoría de los depositantes. El banco enfrenta en consecuencia tres escenarios posibles que determinan sus beneficios. En el primer caso, el empresario puede pagarle al banco y este a su vez a los depositantes (caso de no *default*), lo que implica que sus beneficios serán:

$$\pi^b = q(1 + r^k) (i - n^e) - q(1 + r^d) (i - n^e - m), \quad \omega \geq \bar{\omega} \quad (2.5)$$

En el segundo caso, el empresario no puede cumplir con el banco, pero este si puede cumplirle a los depositantes (bancarrota sin *default*):

$$\pi^b = q\omega i - q\mu i - q(1 + r^d) (i - n^e - m), \quad \omega^* \leq \omega \leq \bar{\omega} \quad (2.6)$$

Finalmente, en el tercer escenario los empresarios no pueden cumplir con los banqueros y estos tampoco con los depositantes (bancarrota con *default*):

$$\pi^b = 0, \quad \omega \leq \omega^* \quad (2.7)$$

Considerando los casos anteriores, los beneficios esperados totales de los banqueros serán:

$$\begin{aligned} \Pi^b = \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} [q\omega i - q\mu i - q(1+r^d)(i-n^e-m)] f(\omega) d\omega + \\ + \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [q(1+r^k)(i-n) - q(1+r^d)(i-n^e-m)] f(\omega) d\omega \end{aligned}$$

Resolviendo las integrales y usando las expresiones (2.3) y (2.4), los beneficios esperados por el banquero serán:

$$\Pi^b = \left\{ \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + [1 - F(\bar{\omega})] \mu - [1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} qi \quad (2.8)$$

Donde puede definirse:

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) = \left\{ \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + [1 - F(\bar{\omega})] \mu - [1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} \quad (2.9)$$

Donde $g(\omega^*, \bar{\omega})$ es la proporción del producto neto de capital que le corresponde a los banqueros como ganancia.

En cuanto a los empresarios, sus beneficios esperados dependen de dos casos posibles: en primera instancia, el choque idiosincrático es tal que le permite cumplir con los compromisos adquiridos con el banco (no bancarota). Los beneficios esperados serán:

$$\pi^e = q\omega i - q(1+r^k)(i-n^e), \quad \omega \geq \bar{\omega} \quad (2.10)$$

En caso de bancarota, por el contrario, los empresarios no obtienen beneficios. Considerando ambas posibilidades, los beneficios esperados de los empresarios serán:

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [q\omega i - q(1+r^k)(i-n^e)] f(\omega) d\omega \quad (2.11)$$

Resolviendo y tomando en cuenta (2.3):

$$\Pi^e = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} \right\} qi \quad (2.12)$$

Renombrando el término entre llaves:

$$n(\bar{\omega}) = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} \right\} \quad (2.13)$$

La interpretación de $n(\bar{\omega})$ es equivalente que en el caso de los banqueros.

Finalmente, para obtener los beneficios esperados de los depositantes se tienen igualmente dos casos posibles. En el primero, los bancos cumplen con el pago prometido en el contrato, es decir:

$$\pi^d = (1 + r^d)(i - n^e - m), \quad \omega \geq \omega^*$$

Por otro lado, si el banco no puede cumplir con su compromiso (bancarrota con *default*), los depositantes auditarán a este último y sus beneficios, descontando los costos de *monitoring*, serán:

$$\pi^d = q\omega i - q\mu i - q\gamma i, \quad \omega \leq \omega^*$$

Así entonces, los beneficios esperados de los depositantes son:

$$\Pi^d = \int_0^{\omega^*} [q\omega i - q\mu i - q\gamma i] f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\infty} [(1 + r^d)(i - n^e - m)] f(\omega) d\omega \quad (2.14)$$

Resolviendo las integrales y tomando en cuenta (2.4), se obtiene:

$$\Pi^d = \left\{ \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + [1 - F(\omega^*)] \omega^* - F(\omega^*) \gamma - \mu \right\} qi \quad (2.15)$$

Definiendo:

$$h(\omega^*) = \left\{ \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + [1 - F(\omega^*)] \omega^* - F(\omega^*) \gamma - \mu \right\} \quad (2.16)$$

Es importante notar que:

$$h(\omega^*) + n(\bar{\omega}) + g(\omega^*, \bar{\omega}) = 1 - F(\bar{\omega}) \mu - F(\omega^*) \gamma \quad (2.17)$$

Lo que implica que, en promedio, $F(\bar{\omega}) \mu - F(\omega^*) \gamma$ del capital producido se destruye por el *monitoring* realizado por los agentes, mientras el restante se distribuye como beneficios entre los depositantes, los banqueros y los empresarios.

Una vez conocidos los beneficios esperados de cada agente, el siguiente paso es determinar los valores óptimos de $(\omega^*, \bar{\omega}, i)$. Es decir, que se conozcan los montos de crédito a ofrecer y las tasas de interés que cobrarán los depositantes a los banqueros y estos últimos a los empresarios. Estos valores deben garantizar que los

tres agentes están maximizando sus beneficios esperados, al tiempo que tienen incentivos para participar. La solución del problema requiere del diseño de un contrato de tipo deuda que garantice que el productor de capital maximice sus beneficios, sujeto a que tanto los banqueros como los depositantes estén dispuestos a participar. Formalmente, el contrato se obtiene de la solución al siguiente problema:

$$\max_{\omega^*, \bar{\omega}, i} n(\bar{\omega}) qi$$

$$s.a. g(\omega^*, \bar{\omega}) qi \geq m$$

$$h(\omega^*) qi \geq (i - n^e - m)$$

La solución a este problema configura un sistema de tres ecuaciones (2.18, 2.19, 2.20), con tres incógnitas $(\omega^*, \bar{\omega}, i)$, que especifica completamente el contrato entre el banco y cada una de las partes:

$$q \left[\frac{n(\bar{\omega}) g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) - n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) + n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) h(\omega^*)}{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] = 1 \quad (2.18)$$

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - g(\omega^*, \bar{\omega}) q} \right\} n^e \quad (2.19)$$

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - h(\omega^*) q} \right\} (n^e + m) \quad (2.20)$$

Una vez obtenidos los valores que solucionan el contrato, puede definirse la función de oferta de inversión agregada a partir de la agregación de todos los banqueros y empresarios. La curva de oferta agregada de capital será entonces³:

$$I^s(q, n^e, m) = i(q, n^e, m) \{1 - \mu F[\bar{\omega}(q, \omega^*)] - \gamma F[\omega^*(q, n^e, m)]\} \quad (2.21)$$

Puede verse entonces como la oferta de inversión depende simultáneamente del *net worth* empresarial, el capital bancario y el costo del capital. De tal forma que es la interacción simultánea entre depositantes, banqueros y empresarios la que determina el nuevo capital que se usará en el próximo período en la producción de bienes finales.

2.3.2 Equilibrio General

La economía consta de un continuo de agentes de masa unitaria. Los agentes son de tres tipos: una fracción $(1 - \varepsilon - \eta)$ son hogares, ε son banqueros y una fracción η son firmas. Los hogares son agentes de vida infinita, que deben elegir entre consumo, ocio y trabajo, estando el ocio normalizado a la unidad. Las preferencias se encuentran descritas por la siguiente función de utilidad:

³Véase apéndice matemático para los detalles sobre la solución del contrato y la agregación de la curva de oferta.

$$v = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t v(C_t, 1 - L_t)$$

En cada período, los hogares venden su trabajo a las firmas productoras de bienes a un salario w_t , alquilan todo su capital adquirido previamente a la tasa de interés r_t , y compran bienes de consumo de las firmas a un precio unitario, y bienes de capital a un precio q_t . Es importante recordar que los bienes de capital son comprados al final de cada período con ayuda de los bancos, con las consideraciones sobre los problemas de información asimétrica anotados en el apartado anterior. De esta forma, el problema de los hogares es:

$$\text{Max}_{c_t, L_t} v = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t v(C_t, 1 - L_t)$$

$$\text{s.a. } w_t L_t + r_t K_t - C_t - q_t I_{t+1} = 0$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_{t+1}$$

Donde las condiciones de primer orden de las familias se resumen en⁴:

$$\frac{v_{L_t}}{v_{C_t}} = w_t \quad (2.22)$$

$$v_{C_t} q_t = \beta E(v_{C_{t+1}}) [r_{t+1} + q_{t+1}(1 - \delta)] = 0 \quad (2.23)$$

Por su parte, las firmas producen un bien de consumo utilizando una función de producción con rendimientos constantes a escala. Para este fin usan capital, trabajo de las familias (H), de los empresarios (H^e) y los banqueros (H^b). La inclusión de estos últimos dos tipos de trabajo tiene como finalidad garantizar que tanto los banqueros como los empresarios tengan en cada momento un monto de recursos positivos que les permita solucionar el problema asociado a los contratos financieros. Con esto, la producción está dada por:

$$Y_t = \theta_t(K_t, H_t, H^b, H^e) = \theta_t K_t^{\alpha_0} H_t^{\alpha_1} H_t^{b\alpha_2} H_t^{e^{1-\alpha_0-\alpha_1-\alpha_2}} \quad (2.24)$$

Bajo mercados de factores competitivos, debe cumplirse:

$$\theta_t F_k = r_t$$

$$\theta_t F_H = w_t$$

⁴Para ver el detalle de la derivación de las distintas condiciones de primer orden para los problemas de las familias, banqueros y empresarios, remítase al apéndice matemático.

$$\theta_t F_{H^b} = w_t^b$$

En cuanto a los banqueros, estos intermedian los recursos entre los depositantes y los empresarios, tomando ventaja de una mejor tecnología de monitoreo. Estos créditos son financiados usando recursos propios y captando recursos de los depositantes. Ahora bien, debido a los costos de agencia implicados en la relación entre estos y los depositantes, los costos de sus fondos propios son menores a los costos de los fondos externos, de tal forma que los banqueros tendrían incentivos a aplazar su consumo con el fin de acumular suficientes recursos para poder autofinanciarse. Con el fin de evitar esta posibilidad, se asume que los banqueros descuentan a una tasa más alta que los hogares. El banquero maximiza en consecuencia la siguiente función de utilidad:

$$U^b = \sum_{t=0}^{\infty} (\beta\epsilon)^t C_t^b \quad (2.25)$$

Donde C_t^b es el consumo del banquero y $0 < \epsilon < 1$. El capital bancario en términos de bienes de consumo evoluciona de la siguiente forma, donde nuevamente estos alquilan su capital período a período:

$$m_t = w_t^b + b_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \quad (2.26)$$

Siendo b_t son las tenencias de capital del banquero al inicio del período t . Por otro lado, para construir la restricción presupuestal, debe deducirse en primer lugar el rendimiento esperado de los recursos internos del banquero por unidad invertida, que pueden expresarse como $\frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})i}{m}$. Despejando i de la ecuación (2.20), los rendimientos internos pueden escribirse como:

$$\frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})i}{m} = \frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh(\omega^*)} \left(\frac{n^e}{m} + 1 \right)$$

Definiendo $\phi = \frac{n^e}{m} + 1$:

$$\frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})i}{m} = \frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh(\omega^*)} \phi \quad (2.27)$$

Así la restricción presupuestaria del banquero será:

$$b_t \left[\frac{qg_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_t(\omega^*)} \phi_t \right] = C_t^b + q_t b_{t+1} \quad (2.28)$$

La solución de este problema, implica la siguiente ecuación de Euler para el banquero:

$$q_t = \beta\epsilon [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1}g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_{t+1}(\omega^*)} \phi_{t+1} \right] \quad (2.29)$$

Dos elementos importantes se desprenden de la anterior expresión. En primer lugar, debido a los supuestos de linealidad en el modelo, el capital bancario individual no aparece en la ecuación de Euler, lo que indica que esta condición se cumple para todos los banqueros solventes. En segunda instancia, el resultado implica

que debido a la asimetría de información $q > 1$, esto debido a que el segundo término entre corchetes, el rendimiento de los recursos internos, es mayor a la unidad. Es por esta razón que los banqueros a pesar de poseer una tasa de descuento más alta que las familias, aún desean acumular capital.

Finalmente, el *stock* de capital agregado de los bancos ($B = \varepsilon b$) puede obtenerse a partir de sus restricciones presupuestales así:

$$B_{t+1} = \{\varepsilon w_t^b + B_t [q_t(1 - \delta) + r_t]\} \left[\frac{qg_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_t(\omega^*)} \phi_t \right] - \frac{\varepsilon C_t^b}{q_t} \quad (2.30)$$

Finalmente los empresarios poseen una tecnología estocastica que les permite producir bienes de capital que son utilizados en la producción. Debido a los costos de agencia implicados en la relación entre estos y los banqueros, los costos de sus fondos internos son menores a los costos de los fondos bancarios. Tal como en el caso anterior, esto implica que los empresarios tendrán incentivos para aplazar su consumo con el fin de acumular suficientes recursos para poder autofinanciarse. Por esta razón se supone igualmente que descuentan a una tasa más alta que los hogares y que puede ser distinta a la de los banqueros. El empresario maximizará la siguiente función de utilidad:

$$Max \sum_{t=0}^{\infty} (\beta\sigma)^t C_t^e \quad (2.31)$$

Donde C_t^e es el consumo empresarial y $0 < \sigma < 1$. Por otro lado, el *net worth* en terminos de bienes de consumo evoluciona de la siguiente forma:

$$n_t^e = w_t^e + z_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \quad (2.32)$$

Donde z_t son las tenencias de capital del empresario al inicio del período t. Finalmente, la restricción presupuestal intertemporal se escribe como:

$$n_t^e \left[\frac{q_t n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] = C_t^e + q_t z_{t+1} \quad (2.33)$$

Donde la expresión entre corchetes es el rendimiento esperado de los recursos internos de los empresarios y se deduce de manera similar a la expresión para los banqueros pero en este caso se hace uso de la ecuación (2.19). Resolviendo, se obtiene la siguiente ecuación de Euler para el empresario:

$$q_t = \beta\sigma [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1} n_{t+1}(\bar{\omega})}{1 - q_{t+1} g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] \quad (2.34)$$

Nuevamente, debido a los supuestos de linearidad en el modelo, el *net worth* individual de los empresarios no aparece en la ecuación de Euler, lo que indica que esta condicion se cumple para todos los empresarios solventes, además que $q > 1$. Por otro lado, el *stock* de capital agregado de los empresarios ($Z = \eta z$) es:

$$Z_{t+1} = \{\eta w_t^e + Z_t [q_t(1 - \delta) + r_t]\} \left[\frac{n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] - \frac{\eta C_t^e}{q_t} \quad (2.35)$$

De esta forma queda completamente especificado el comportamiento dinámico de cada una de las variables de estado existentes en la economía. El sistema de ecuaciones que resume la dinámica del modelo está compuesto por 20 ecuaciones que se presentan en el apéndice 2 y que incluye las condiciones de primer orden de las familias, los empresarios y los banqueros; las condiciones de primer orden del contrato intertemporal, las ecuaciones de movimiento del capital físico, empresarial y bancario, así como las condiciones de vaciado de los mercados.

2.4 Calibración y propiedades del ciclo de los negocios

2.4.1 Calibración

El modelo desarrollado es utilizado para realizar distintas simulaciones con el fin de evaluar los efectos de choques de riqueza sobre el capital empresarial y bancario en el producto y demás variables reales. Adicionalmente y como referencia inicial para verificar la consistencia del modelo, se simula un choque convencional de productividad. Los resultados de este modelo (*modelo con bancos*) son analizados tomando como referencia un modelo *ala* CF donde sólo se incluye la fricción entre los fondos mutuales y los empresarios (*modelo sin bancos*). Con el fin de hacer comprobables los resultados, en la estrategia de calibración se buscó usar los mismos valores de los parámetros siempre que fuera posible (Tabla 2.5, apéndice), tomando como referencia los valores propuestos en CF para Estados Unidos. Además se garantizó que los valores y relaciones claves del modelo (como las relaciones C^T/y e i/y) en estado estacionario fuesen iguales o bastantes similares. Bajo esta directriz se procedió a calibrar el resto del modelo, especialmente aquellos valores que no tienen en común.

Las relaciones de las variables agregadas respecto al producto en estado estacionario son bastante similares en ambos casos y corresponden a 0.8 en el caso del consumo total (C^T) respecto al producto y de 0.2 en el caso de la inversión⁵. Por otro lado, las tasas de descuento de los empresarios y banqueros fueron calibradas en 0.954 y 0.94, respectivamente, garantizando que fuesen menores a las de los depositantes, calibradas en 0.99 siguiendo la literatura convencional sobre el tema. En cuanto a las variables financieras, se mantuvieron algunas relaciones empíricas importantes. En primer lugar, se garantizó que el capital bancario fuese menor al empresarial, en este caso en una relación de 1.8 unidades de capital empresarial por uno bancario, tratando de reproducir el hecho que en general el nivel de activos del sector bancario es menor al real. En segundo lugar, se garantizó que el apalancamiento bancario fuese mayor al empresarial, considerando que el negocio bancario está basado en un mayor apalancamiento. De esta manera, el apalancamiento de los empresarios (n^e/i) corresponde a 0.52, el de los bancos respecto a los depósitos ($m/i-n^e$) es igual a 0.62. En el caso del modelo sin bancos, el apalancamiento empresarial es ligeramente mayor e igual a 0.57. Finalmente, se usaron los mismos parámetros para la distribución de los choques idiosincráticos en ambos modelos.

2.4.2 Propiedades del ciclo de los negocios

Con el fin de verificar la pertinencia del modelo propuesto frente a algunos hechos estilizados de los ciclos económicos reconocidos en la literatura, en esta sección se analiza el comportamiento de las principales

⁵La mayor diferencia se encuentra en el caso de la relación entre el capital y el producto, sin embargo esta responde a la necesidad de ajustar las variables financieras.

variables reales y financieras en términos de sus co-movimientos respecto al producto y sus autocorrelaciones. Así mismo, se evalúan sus diferencias respecto al modelo de referencia (*sin bancos*).

Table 2.1: **Correlaciones cruzadas con el producto modelo sin bancos**

	Desv. Est.	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
Var. reales									
Producto	0.06391	0.8465	0.8924	0.9390	0.9790	1	0.9790	0.9390	0.8924
Consumo	0.0405	0.8843	0.8844	0.8825	0.8773	0.8672	0.8411	0.8074	0.7714
Inversión	0.1923	0.6741	0.7412	0.8103	0.8725	0.9099	0.9028	0.8731	0.8354
Trabajo	0.0374	0.5680	0.6472	0.7242	0.7858	0.8001	0.7821	0.7505	0.7159
Var. financieras									
Crédito	0.2260	0.5311	0.5898	0.6549	0.7217	0.7912	0.8032	0.7827	0.7457
net worth emp	0.1854	0.7005	0.7712	0.8392	0.8915	0.8973	0.8736	0.8381	0.7999
costo del capital	0.0062	-0.0063	-0.0112	0.0112	0.0801	0.2615	0.3512	0.3761	0.3686
T. de interés	0.0486	0.1948	0.2766	0.3634	0.4461	0.5071	0.5209	0.5089	0.4875

En esta Tabla se presentan las desviaciones estandar y las correlaciones cruzadas de las variables seleccionadas (columna izquierda) frente al producto [$\text{corr}(x_t, y_{t+k})$] para el modelo sin bancos, tanto en términos contemporáneos (columna de cero), como rezagadas (columnas positivas) y adelantadas (columnas negativas). Una correlación positiva indica un comportamiento procíclico de la variable respecto al producto. Cuando la máxima correlación se encuentra en la parte negativa de la Tabla indica que la variable es líder, mientras en el caso contrario la variable es rezagada.

Table 2.2: **Correlaciones cruzadas con el producto modelo con bancos**

	Desv. Est.	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
Var. reales									
Producto	0.0590	0.8757	0.9162	0.9547	0.9854	1	0.9854	0.9547	0.9162
Consumo	0.0426	0.9116	0.9168	0.9218	0.9259	0.9299	0.9166	0.8911	0.859
Inversión	0.1534	0.7095	0.7752	0.8374	0.8864	0.9052	0.8967	0.8728	0.8421
Trabajo	0.0298	0.5657	0.6427	0.7102	0.7542	0.7483	0.7247	0.6963	0.6679
Var. financieras									
Crédito	0.1536	0.7084	0.7740	0.8362	0.8855	0.9062	0.8989	0.8756	0.8452
net worth emp	0.1532	0.7103	0.7763	0.8384	0.8871	0.9042	0.8945	0.8700	0.8391
Capital bancario	0.1521	0.5998	0.6552	0.7075	0.7471	0.7598	0.7495	0.7280	0.7027
costo del capital	0.0088	0.0136	0.0172	0.0482	0.1209	0.2679	0.3611	0.3999	0.4060
T. de interés	0.042	0.1044	0.1871	0.2724	0.3515	0.4105	0.4359	0.4380	0.4288
spread crédito	0.201	0.0108	0.0029	0.0228	0.0861	0.2293	0.3213	0.3606	0.3677

En esta Tabla se presentan las desviaciones estandar y las correlaciones cruzadas de las variables seleccionadas (columna izquierda) frente al producto [$\text{corr}(x_t, y_{t+k})$] para el modelo con bancos, tanto en términos contemporáneos (columna de cero), como rezagadas (columnas positivas) y adelantadas (columnas negativas). Una correlación positiva indica un comportamiento procíclico de la variable respecto al producto. Cuando la máxima correlación se encuentra en la parte negativa de la Tabla indica que la variable es líder, mientras en el caso contrario la variable es rezagada.

En cuanto a la dinámica de las variables reales, sus correlaciones cruzadas frente al producto permiten evidenciar un fuerte comportamiento procíclico del consumo, la inversión y el empleo en ambos modelos (Tablas 2.1 y 2.2), mientras en términos de volatilidad (medida por la desviación estandar), en ambos casos

se reproduce el hecho de la mayor estabilidad del consumo respecto al producto, contrario a la inversión que resulta más volátil. Estos hechos se ajustan con la evidencia empírica disponible en la literatura (p.e. Stock y Watson, 1999). Ahora, comparando ambos modelos, se presenta una mayor correlación del consumo con el producto en el modelo con bancos, lo que puede explicar su mayor volatilidad en este caso, mientras las correlaciones de la inversión resultan bastante similares. Para el trabajo, la mayor correlación se presenta en el modelo sin bancos.

Por otro lado, las variables inversión y trabajo son coincidentes con el ciclo en el modelo sin bancos, mientras el consumo aparece como una variable adelantada tres trimestres. Por el contrario, en el modelo con bancos tanto el consumo como la inversión son coincidentes con el ciclo, mientras el trabajo aparece como adelantada un trimestre, lo que reproduce la evidencia empírica disponible de forma más adecuada.

Respecto a la dinámica de las variables financieras hay menos claridad en cuanto a los hechos estilizados, ya que son pocos los trabajos se han concentrado en su análisis de manera detallada. Mimir (2012), analiza las propiedades de las principales variables financieras para el sector bancario de Estados Unidos encontrando algunos resultados empíricos de interés: (i) los activos y el *net worth* bancarios son procíclicos, mientras el margen de intermediación es contracíclico; (ii) el crédito bancario y el margen de intermediación son menos volátiles que el producto, contrario al *net worth* bancario y el apalancamiento. Los resultados obtenidos en el modelo con sistema financiero reproducen algunos de estos aspectos. En efecto, se aprecia que el capital bancario, el crédito y la tasa de interés son procíclicos, siendo coincidentes las dos primeras, mientras la tercera presenta un comportamiento rezagado. Por su parte el *spread* de los tipos de interés (equivalente al margen de intermediación), resulta ligeramente procíclico y rezagado, contrario a lo esperado. Finalmente, el *net worth* empresarial también resulta procíclico.

En términos de volatilidad, todas las variables financieras presentan una mayor variabilidad respecto al producto, exceptuando la tasa de interés y el costo del capital. Es interesante el hecho de que tanto el *net worth* empresarial como el crédito empresarial sean más volátiles que el capital bancario, lo que sugiere que los empresarios son más sensibles a choques externos, lo que puede influir de manera negativa en la evolución de la inversión.

Ahora bien, una de las diferencias más importante entre los modelos se encuentra en la autocorrelación de las variables respecto a un choque de productividad (Tablas 2.3 y 2.4), donde se aprecia una mayor persistencia en el primer caso. En efecto, en cuanto a las variables reales, el producto y la inversión presentan una mayor autocorrelación en todos los períodos, lo que implica un proceso de convergencia más lento de la economía. Caso contrario ocurre con el consumo y el trabajo, donde la persistencia es mayor en el modelo sin bancos. En cuanto a las variables financieras el resultado es más contundente, ya que todas las variables presentan una autocorrelación mayor.

Table 2.3: Coeficientes de autocorrelación modelo sin bancos

	x_{t+1}	x_{t+2}	x_{t+3}	x_{t+4}
VARIABLES REALES				
Producto	0.9791	0.9393	0.8929	0.8470
Consumo	0.9941	0.9862	0.9759	0.9644
Inversión	0.9680	0.9024	0.8263	0.7522
Trabajo	0.9630	0.8901	0.8063	0.7254
VARIABLES FINANCIERAS				
Crédito	0.9221	0.8431	0.7625	0.6922
net worth empresarial	0.9641	0.8962	0.8183	0.7431
costo del capital	0.3791	0.1276	-0.0232	-0.0648
Tasa de interés	0.9629	0.8910	0.8084	0.7287

En esta Tabla se presentan los coeficientes de autocorrelación [$\text{corr}(x_t, x_{t+k})$] de distintas variables reales y financieras (columna izquierda) para el modelo sin bancos.

Table 2.4: Coeficientes de autocorrelación modelo con bancos

	x_{t-1}	x_{t-2}	x_{t-3}	x_{t-4}
VARIABLES REALES				
Producto	0.9854	0.9550	0.9166	0.8761
Consumo	0.9860	0.9735	0.9596	0.9459
Inversión	0.9746	0.9171	0.8456	0.7719
Trabajo	0.9334	0.8500	0.7591	0.6751
VARIABLES FINANCIERAS				
Crédito	0.9758	0.9193	0.8484	0.7749
Net worth empresarial	0.9731	0.9147	0.8426	0.7689
Capital bancario	0.9755	0.9189	0.8477	0.7738
Costo del capital	0.4999	0.2247	0.0394	-0.0370
Tasa de interés	0.9699	0.9037	0.8219	0.7382
Spread crédito	0.4812	0.1989	0.0112	-0.0631

En esta Tabla se presentan los coeficientes de autocorrelación [$\text{corr}(x_t, x_{t+k})$] de distintas variables reales y financieras (columna izquierda) para el modelo con bancos.

Los resultados anteriores permiten anticipar algunas conclusiones importantes. En primer lugar, el modelo con bancos logra reproducir los hechos estilizados más convencionales en términos de las variables reales, mejorando por otro lado el comportamiento del consumo y el trabajo respecto al modelo de referencia, al demostrar la contemporaneidad del consumo y el liderazgo del trabajo. En cuanto a las variables financieras, se comportan según lo esperado en términos de su prociclicidad, con la ventaja adicional que el modelo con bancos permite verificar esta dinámica para el capital bancario. Adicionalmente se aprecia una mayor relación entre las variables financieras y el ciclo económico en el modelo con banco (comparando los valores de las correlaciones cruzadas en ambos modelos), lo que implica que efectivamente el ciclo económico está más asociado a la dinámica financiera. Sin embargo, en materia de volatilidad el modelo no logra reproducir la menor variabilidad observada en el margen de intermediación y el crédito bancario.

Se resalta en segundo lugar el comportamiento procíclico y coincidente del capital bancario y empresarial, lo que implica que un choque que afecte negativamente el producto se verá amplificado por la disminución adicional de la inversión derivada de la menor disponibilidad de capital por parte de empresarios y banqueros para apalancar sus respectivas solicitudes de recursos. Este punto es el que puede explicar precisamente el por qué de la mayor persistencia del producto, la inversión y las variables financieras ante choques en

productividad medidas por sus respectivas autocorrelaciones.

2.5 Crisis reales y financieras: experimentos y análisis de impulso-respuesta

Una vez verificadas las propiedades generales del modelo, el siguiente paso es realizar distintos experimentos que tratan de dar cuenta de algunos de los principales aspectos de las crisis reales y financieras. En primera instancia, se evalúan los efectos de un choque de productividad con el fin de comprender las diferencias entre el modelo financiero y de referencia. A continuación, se realizan distintos ejercicios que buscan capturar los posibles efectos de distintos choques de riqueza que generen caídas del capital empresarial y/o bancario y su capacidad para explicar la profundidad y persistencia de una crisis como la experimentada entre 2007-2010.

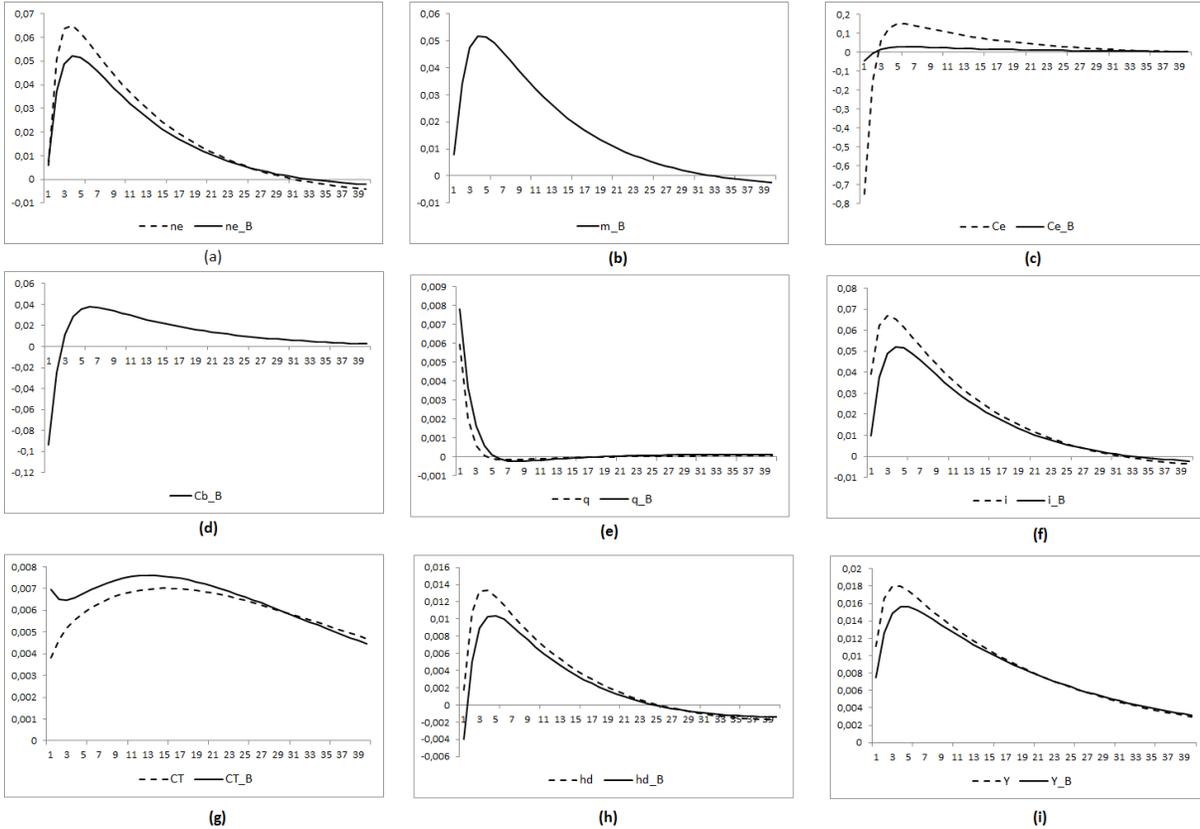
2.5.1 un choque de productividad

Con el fin de comprender la dinámica del modelo propuesto en relación con el modelo de referencia sin bancos, se simula un choque positivo sobre la productividad de las firmas productoras de bienes finales (Figura 2.1). Los resultados cualitativos sobre las variables comunes son similares, sin embargo se evidencian diferencias cuantitativas explicadas fundamentalmente por la incorporación de la dinámica del *net worth* y el consumo bancario.

En primer lugar, para ambos modelos este choque implica un incremento en el rendimiento de los factores de producción y el ingreso de empresarios y banqueros, lo que genera un aumento *on impact* de sus niveles de capital (*figs. a, b*). Al mismo tiempo, el choque de productividad eleva la demanda por capital de parte de los empresarios, aumentando su precio (*fig. e*) e incrementando el rendimiento interno de los fondos para ambos agentes (véase ecuaciones (2.27) y (2.33)), incentivando una mayor acumulación. Como consecuencia de esto el consumo empresarial y bancario disminuyen (*figs. c, d*). El efecto sobre el producto (*fig. l*) entonces es positivo impulsado por la mayor inversión, el aumento de la oferta de trabajo y el consumo de los hogares (*figs. g y h*).

Ahora, al comparar ambos modelos se observa que el requerimiento de capital bancario que se incluye en el contrato entre depositantes, banqueros y empresarios se convierte en un elemento que limita, no sólo el nivel de inversión de la economía, sino además su capacidad de expansión respecto al modelo de referencia. En efecto, teóricamente en el modelo con bancos la curva de oferta de inversión en equilibrio se encuentra ubicada inicialmente más a la izquierda respecto al modelo sin bancos (lo que se evidencia al comparar los valores de estado estacionario de la inversión y el precio del capital, véase Tabla 2.6). Así, aunque el choque positivo de productividad eleva la demanda de capital, la capacidad de expansión de la oferta de capital es más limitada, lo que hace que el precio del capital aumente mucho más en este caso y por esta vía se restrinja igualmente la expansión del producto. De esta forma, la existencia de capital bancario disminuye el efecto del choque de productividad sobre el producto *on impact* en cerca de 0.3% respecto a su nivel de estado estacionario, aún frente a un aumento mayor del consumo total, mientras en el punto máximo se observa una expansión del producto de 1.6%, frente a un 1,8% en el caso sin bancos.

Figure 2.1: Choque de productividad: efectos sobre las variables reales



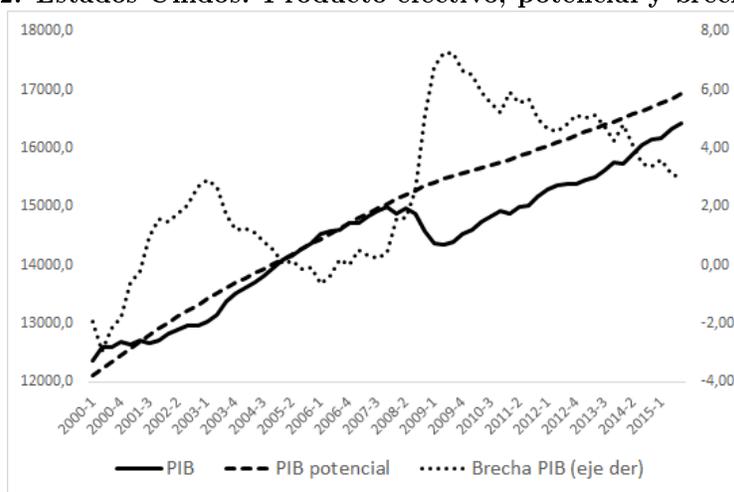
Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta de un choque positivo sobre la productividad total para el modelo sin bancos (línea punteada) y con bancos (línea continua). Se incluyen las variables: net worth empresarial (n^e), capital bancario (m), consumo empresarial (C_e), consumo bancario (C_b), precio del capital físico (q), inversión (i), consumo total (CT), trabajo de las familias (hd) y producto (Y). Los valores se presentan en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

La dinámica de ajuste de las variables a su estado estacionario esta mediada por la mayor disponibilidad de capital bancario y empresarial, lo que hace posible que se pueda financiar más inversión en conjunto con una disminución progresiva del costo del capital. En el proceso de ajuste el consumo empresarial y bancario aumenta, y la inversión, el precio del capital y el producto comienzan a disminuir paulatinamente. Finalmente es importante resaltar que el rezago en la oferta de capital típica de ambos modelos genera una forma de “joroba” en la dinámica de la inversión y el producto, lo que indica que la autocorrelación del producto es mayor a la del un modelo RBC convencional. Incluso, en el modelo con bancos el ajuste es ligeramente más lento, mejorando de esta forma la predicción en cuanto a la persistencia de los choques de productividad sobre el producto (esta persistencia se evidenció desde la sección anterior al comparar las autocorrelaciones del producto en ambos modelos).

2.5.2 Un choque a la riqueza bancaria

¿Cuál es el efecto de un choque negativo en la riqueza sobre la actividad económica? Esta pregunta ha sido fundamental para comprender la interacción entre las crisis financieras y reales, como lo señalan para

Figure 2.2: Estados Unidos: Producto efectivo, potencial y brecha del PIB



Fuente: FRED Economic Research. Federal Reserve Bank of ST. Louis

el caso de la “Gran Depresión” los trabajos de Fischer (1933), Bernanke (1983), CF y BGG. En estos casos, se muestra cómo en un escenario con fricciones financieras un choque de riqueza que altere el *net worth* empresarial aumenta el costo de financiamiento externo de las empresas y los precios del capital, lo que incide negativamente en las decisiones de inversión y acumulación de capital, ocasionando finalmente una caída del producto.

Ahora bien, la crisis financiera de 2007-2008 se caracterizó no sólo por una caída en la riqueza empresarial, sino además por deterioro pronunciado del patrimonio bancario, efecto que no puede ser analizado con los modelos convencionales. Las explicaciones para esta caída son diversas: Adrian y Shin (2010) encuentra que para un grupo de intermediarios financieros en Estados Unidos la caída en el precio de los activos financieros disminuyó el valor de su *net worth*, aumentando al mismo tiempo su apalancamiento, lo que generó una venta generalizada de activos financieros que reforzó este proceso. Gertler y Karadi (2011), asocia esta caída a un deterioro en la calidad de los activos financieros en manos del sistema financiero, mientras Iacoviello (2015) los asocia a choques de redistribución de riqueza entre prestamistas y prestatarios, *defaults* de créditos bancarios y caídas en el precio de los activos financieros.

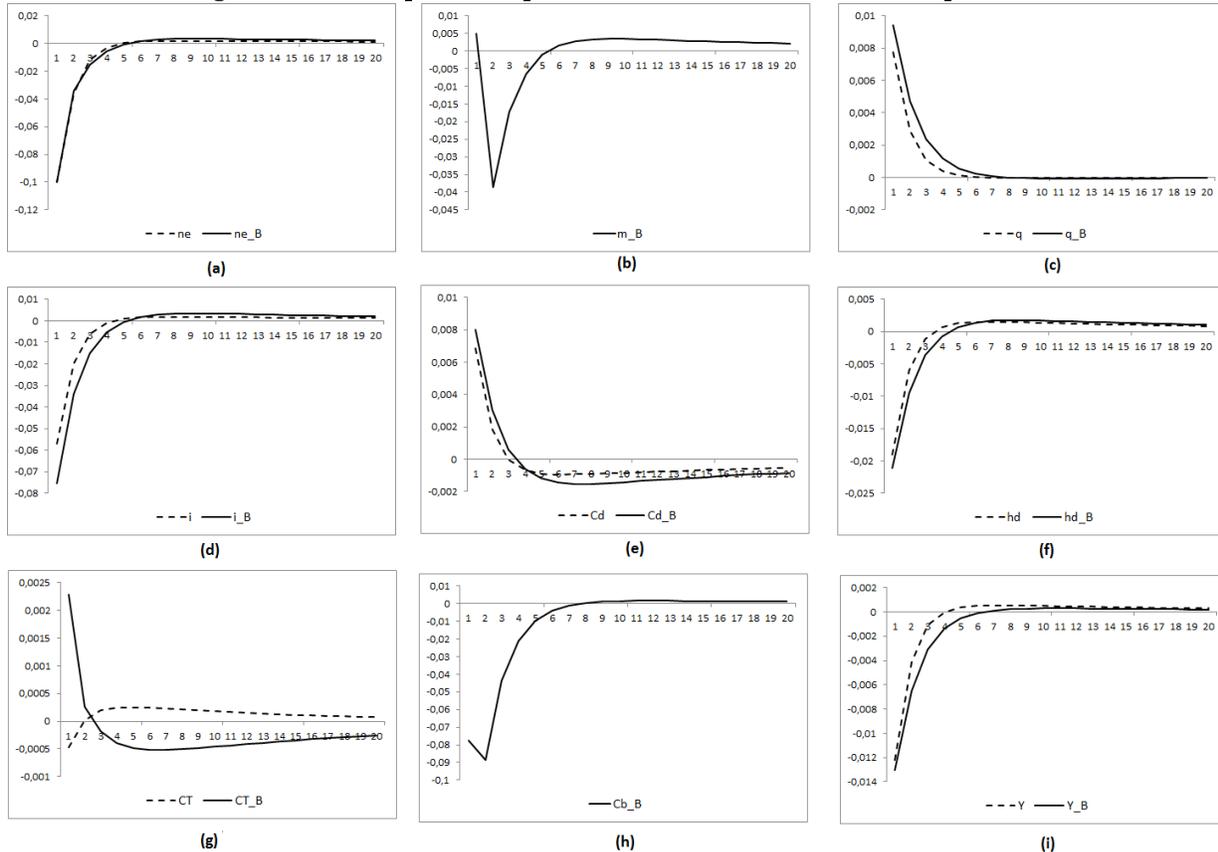
Los datos para Estados Unidos (Figura 2.2), dan cuenta de un aumento en la brecha del producto (medida como la diferencia entre el PIB potencial y el efectivo) a partir del primer trimestre del 2007, sin embargo, los mayores efectos se sintieron a partir del 2008, cuando llegó a ser equivalente a un 1% del producto potencial, alcanzando un máximo de 7% en 2009. En promedio, la brecha del producto para el período 2007-2010 estuvo alrededor del 3.6%. Para evaluar el impacto de este tipo de choques sobre la economía y su capacidad para explicar la profundidad y persistencia de una crisis como la reciente, se consideran a continuación tres experimentos alternativos: En el primero se supone una caída en el *net worth* empresarial del 10% respecto a su valor de estado estacionario; en segunda instancia, se supone una caída en igual magnitud sobre el capital bancario, y finalmente se supone una caída simultánea en ambos, asumiendo factores comunes en la crisis financiera (como la caída en el precio de los activos financieros), que alteren de manera simultánea ambos tipos de capital.

En el primer caso (Figura 2.3), los resultados cualitativos entre ambos modelos son similares, exceptuando

el comportamiento del consumo total. La caída del *net worth* empresarial (*fig. a*) aumenta la necesidad de financiamiento externo por parte de los empresarios, pero al mismo tiempo encarece el acceso a estos recursos al contar con menor respaldo, aumentando los costos de agencia. La contracción de la curva de oferta de capital derivada de este *shock* implica un aumento en el costo del capital y una disminución en la inversión (*figs. c y d*). Aunque el consumo de los hogares aumenta, en el neto se observa una ligera caída del consumo total liderada por la caída del consumo empresarial, y una disminución de la oferta de trabajo por parte de los hogares. Como consecuencia, el producto de la economía disminuye (*fig. i*).

Aunque el mecanismo opera de manera similar para el modelo con bancos, vale la pena mencionar algunas diferencias importantes. En primer lugar, el efecto del choque sobre las variables *on impact* es mayor; así, la inversión cae cerca de un 2% más, lo que es consistente con aumento mayor del precio del capital en un 1.5%. Como consecuencia de esto, y aún frente a un aumento en el consumo total, el producto sufre una caída adicional de un 0.1%, alcanzando el -1.3% (similar a la caída inicial del producto para Estados Unidos en 2008-1). Nótese que aunque inicialmente se aprecia un incremento del capital bancario, este no logra compensar la caída del capital empresarial, de tal manera que la curva de oferta finalmente se contrae⁶.

Figure 2.3: Choque de riqueza: caída en el *net worth* empresarial



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta de un choque negativo al *net worth* empresarial para el modelo sin bancos (línea punteada) y con bancos (línea continua). Las variables incluidas son: *net worth* empresarial (n^e), capital bancario (m), consumo empresarial (C_e), consumo bancario (C_b), precio del capital físico (q), inversión (i), consumo total (CT), trabajo de las familias (hd) y producto (Y). Los valores se presentan en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

⁶Recuerdese del capítulo 1 que la curva de oferta de crédito es más sensible a cambios en el *net worth* empresarial que a cambios en el capital bancario, aunque ambos la afectan de manera directa.

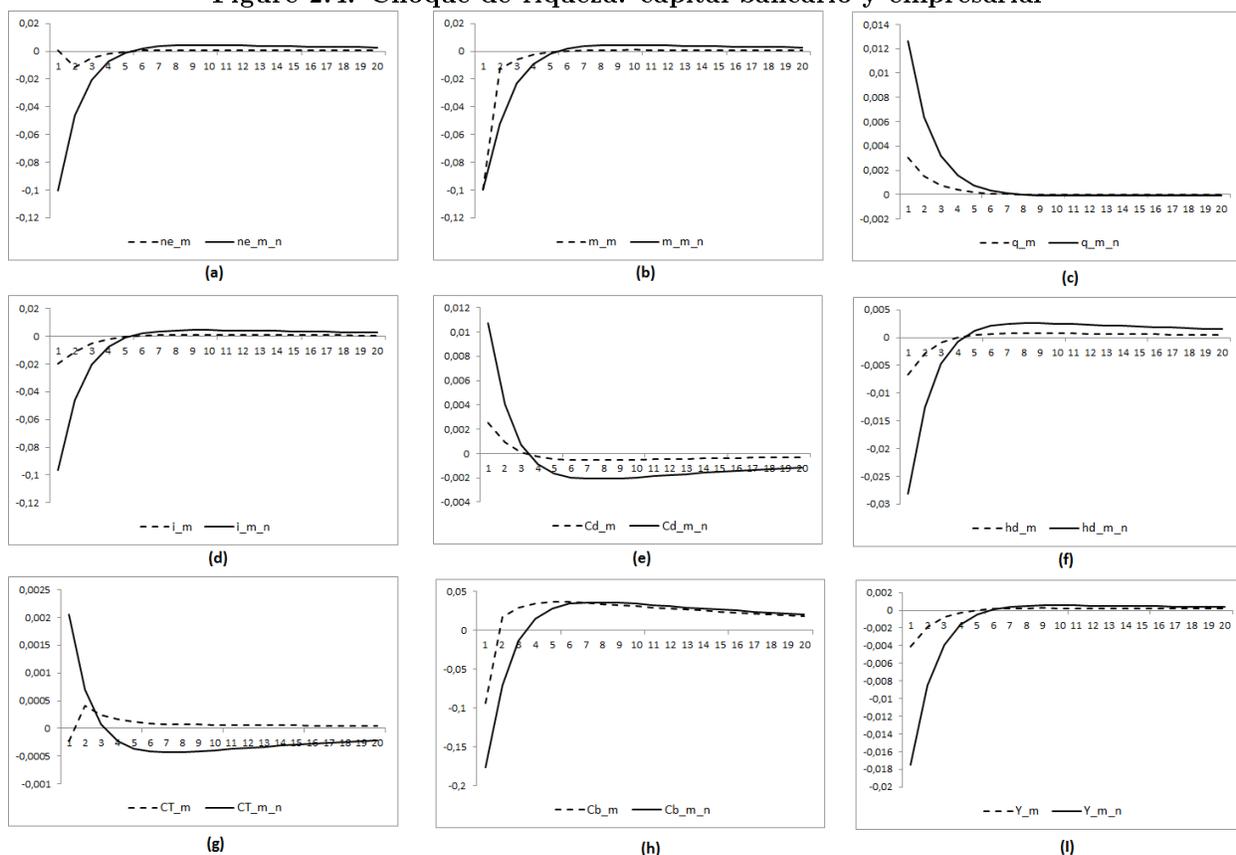
Un segundo aspecto a destacar está relacionado con la persistencia del choque. En el modelo con sistema financiero, la caída del *net worth* empresarial genera una reducción posterior del capital bancario en un 4% respecto al estado estacionario, aumentando posteriormente. Esta caída hace que la recuperación de la oferta de crédito tome más tiempo, lo que a su vez retrasa el ajuste de la inversión, el precio del capital y el producto. Como consecuencia el choque de riqueza es más persistente y la economía toma más tiempo en retornar a su nivel de estado estacionario.

Ahora bien, los resultados de un choque sobre el capital bancario (Figura 2.4) son bastante similares a los expuestos en el caso anterior, dando cuenta de que efectivamente una crisis financiera puede generar una crisis real. El mecanismo de transmisión nuevamente se encuentra en la contracción de la oferta de capital en la economía, pero en este caso surge del mayor costo que tienen que enfrentar los banqueros frente a los depositantes debido a la reducción de su capital. Los banqueros trasladan en consecuencia este costo a los empresarios encareciendo el costo del capital y disminuyendo su oferta, lo que finalmente afecta la inversión y el producto.

La principal diferencia entre ambos choques es cuantitativa. Los resultados muestran que frente a una caída equivalente en ambos tipos de capital, la reacción del producto es mucho menor cuando la caída se presenta en el capital bancario. En efecto, la disminución del producto ante una caída del *net worth* empresarial en el modelo financiero es del 1.3%, mientras frente al mismo choque en el capital bancario es del 0.4%. La explicación para esto se encuentra en dos hechos importantes: por un lado, dadas las características del contrato, la caída del capital bancario contrae la curva de oferta de capital en una cantidad menor que un choque equivalente en capital empresarial; por otro lado, y contrario a lo que ocurre en el caso anterior, el choque sobre el capital bancario no afecta de manera importante el *net worth* empresarial, que sufre una pequeña caída de la que se recupera rápidamente. De esta forma, la contracción de la oferta de crédito es mucho menor lo que explica la intensidad del choque. Estos resultados sugieren en consecuencia que la profundidad de la crisis en sí misma no puede explicarse exclusivamente a partir de la contracción del capital bancario, aunque posiblemente sí puede influir en su duración.

Esta evidencia soporta los hallazgos realizados por los trabajos de Gertler y Karadi (2011), Mimir (2012) y Iacoviello (2015), quienes encuentran que efectivamente los choques sobre el capital bancario tienen efectos menores sobre el producto que los choques sobre el capital empresarial. Contrario a esto se encuentra el trabajo de Hirakata, Sudo y Ueda (2013), aunque demuestran que este resultado depende en gran medida de la relación entre el *net worth* de ambos agentes, de tal forma que entre más similares sean, menor es el efecto del choque bancario.

Figure 2.4: Choque de riqueza: capital bancario y empresarial



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta de un choque negativo sobre el capital bancario (línea punteada) y un choque conjunto sobre ambos tipos de capital (línea continua) para las variables: net worth empresarial (n^e), capital bancario (m), consumo empresarial (Ce), consumo bancario (Cb), precio del capital físico (q), inversión (i), consumo total (CT), trabajo de las familias (hd) y producto (Y). Los valores se presentan en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

Finalmente se analiza un choque simultáneo de ambos capitales en una magnitud del 10% respecto a sus valores de estado estacionario (Figura 2.4), pensando en la posibilidad de que factores comunes afecten tanto el capital empresarial como bancario, lo que podría explicar por qué la crisis de 2007-2008 fue más severa y duradera respecto otros episodios donde el sector financiero no se vió tan afectado. Como era de esperarse, en este caso la caída del producto es mucho mayor a los casos individuales (*fig. i*), encontrándose incluso un ligero efecto multiplicador (es decir, la suma de las caídas del producto en los casos individuales es inferior al choque combinado), aunque poco significativo. La pérdida de capital de empresarios y banqueros desplaza a la izquierda de manera mucho más pronunciada la curva de oferta de capital respecto a los casos anteriores, ocasionando con esto un aumento mayor del precio del capital (*fig. c*). Como consecuencia, la inversión cae arrastrando consigo el producto (*fig. d*). El consumo de empresarios y banqueros disminuye a continuación con el fin de impulsar la acumulación de ambos tipos de capital, lo que impulsa la oferta de capital, disminuye su precio y favorece finalmente la inversión y el producto. Nuevamente, la persistencia es mayor en este caso respecto a los casos individuales.

2.6 Conclusiones

La nueva literatura en macroeconomía surgida a partir de la crisis global de 2007 se ha centrado en tratar de estudiar la influencia del capital bancario y los ciclos financieros sobre los ciclos económicos, superando modelos como el de CF y BGG que se concentraron en el papel del capital empresarial. Comprender este fenómeno no sólo permite entender el surgimiento de las crisis y sus canales de difusión, sino además evaluar el impacto de distintas políticas para prevenirlas y/o controlar sus efectos. En este trabajo se estudia la capacidad que tienen los choques de riqueza sobre el capital bancario para generar ciclos económicos, con el fin de ampliar la comprensión de fenómenos tan profundos y de tanta persistencia como la “Gran Recesión”. Para ello, se construye un modelo en la línea del trabajo de CF, incluyendo de manera explícita un sector bancario que requiere financiamiento de los depositantes. Esta estrategia de modelación, además de ser novedosa en la literatura, permite incorporar de una forma relativamente simple el papel del sistema financiero, generando una segunda asimetría de información entre depositantes y banqueros que modifica la determinación de la curva de oferta de agregada.

El modelo propuesto logra reproducir los principales hechos estilizados de las variables reales, como la prociclicidad del consumo, la inversión y el trabajo, la menor volatilidad del consumo y la mayor volatilidad de la inversión. Así mismo, el consumo y la inversión se comportan como variables contemporáneas respecto al producto, mientras el trabajo actúa como variable líder con un trimestre de adelanto. En cuanto a las variables financieras, se obtiene un comportamiento procíclico del crédito, el capital bancario, la tasa de interés y el *spread* entre las tasas de captación y colocación. Un aspecto importante es que la incorporación de los bancos aumenta la correlación cruzada de las variables financieras respecto al producto, lo que indica una mayor relación entre el sector financiero y real. Igual comportamiento se observa en términos de la autocorrelación de las variables reales como el producto y la inversión, lo que explica la forma de «joroba» del producto en los ejercicios de impulso-respuesta, así como la mayor persistencia de los distintos choques en la economía en relación con el modelo convencional sin bancos.

Los resultados obtenidos en los ejercicios de impulso-respuesta para los choques de riqueza muestran que efectivamente los choques que afectan el capital bancario influyen en el comportamiento del producto y pueden ser una fuente de ciclos económicos. Ahora, este tipo de choques tiene un efecto de cerca de una tercera parte sobre el producto respecto a un choque equivalente en el *net worth* empresarial, lo que sugeriría que estos por sí solos no podrían explicar la profundidad de la crisis económica reciente y sería necesario una “fuente común” que afectase tanto el capital bancario como empresarial. Sin embargo, la incorporación de la banca sí podría explicar la persistencia de la crisis, ya que un choque de riqueza sobre el capital empresarial genera igualmente una caída en el capital bancario lo que contrae la oferta de capital de manera más severa y duradera. Estos resultados están en línea con trabajos recientes como los de Iacoviello (2015) y Gertler y Karadi (2011).

Finalmente se encuentra que la inclusión del capital bancario induce a una mayor estabilidad de la economía respecto a los choques de productividad. En efecto, las restricciones de capital empresarial y bancario generan una menor expansión de la oferta de capital frente a un aumento de la productividad factorial, encareciéndolo y limitando de esta forma la expansión de la inversión y el producto. Este resultado es interesante en la medida en que sugiere que los requerimientos de capital bancario pueden constituirse en un elemento que suavice los ciclos económicos, aunque el trabajo no permite establecer los niveles óptimos de esta política.

Apendice 1. Apendice matemático

Solución del contrato entre depositantes, banqueros y empresarios

La solución del contrato entre depositantes, banqueros y empresarios requiere que el empresario maximice sus beneficios esperados sujeto a que tanto los banqueros como los depositantes deseen participar:

$$\max_{\omega^*, \bar{\omega}, i} n(\bar{\omega}) qi$$

$$s.a. g(\omega^*, \bar{\omega}) qi \geq m$$

$$h(\omega^*) qi \geq (i - n^e - m)$$

El lagrangiano asociado será:

$$\mathcal{L} = n(\bar{\omega}) qi + \lambda [g(\omega^*, \bar{\omega}) qi - m] + \nu [h(\omega^*) qi - i + n^e + m]$$

De tal forma que las condiciones de primer orden implican que:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \omega^*} = \lambda [g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) qi] + \nu [h_{\omega^*}(\omega^*) qi] = 0$$

$$\nu = \frac{-\lambda g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{h_{\omega^*}(\omega^*)} \quad (2.36)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \bar{\omega}} = n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) qi + \lambda g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) qi = 0$$

$$\lambda = \frac{-n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})}{g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})} \quad (2.37)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial i} = n(\bar{\omega}) q + \lambda g(\omega^*, \bar{\omega}) q + \nu [h(\omega^*) q - 1] = 0 \quad (2.38)$$

Reemplazando (2.37) en (2.36):

$$\nu = \frac{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*)} \quad (2.39)$$

Reemplazando (2.39) y (2.37) en (2.38), se tiene:

$$n(\bar{\omega}) q - \left(\frac{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})}{g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})} \right) g(\omega^*, \bar{\omega}) q + \left(\frac{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*)} \right) [h(\omega^*) q - 1] = 0$$

$$q \left[\frac{n(\bar{\omega}) g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) - n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) + n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) h(\omega^*)}{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] = 1 \quad (2.40)$$

Adicionalmente, de las restricciones de participación, se tiene:

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - g(\omega^*, \bar{\omega}) q} \right\} n^e \quad (2.41)$$

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - h(\omega^*) q} \right\} (n^e + m) \quad (2.42)$$

Las ecuaciones (2.40), (2.41) y (2.42), configuran un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas $(\omega^*, \bar{\omega}, i)$, que especifica completamente el contrato entre el banco y cada una de las partes. Este sistema permite derivar la función de oferta de inversión de la economía.

$$\omega^* = \omega_1(q, i, n^e, m) \quad (2.43)$$

De (2.36) se obtiene:

$$\bar{\omega} = \omega_2(q, \omega^*) \quad (2.44)$$

Reemplazando (2.43) en (2.44):

$$\bar{\omega} = \omega_3(q, i, n^e, m)$$

Finalmente, reemplazando en (2.36):

$$i = i(q, n^e, m) \quad (2.45)$$

Así, teniendo en cuenta la existencia de un número infinito de banqueros y empresarios de capital, puede definirse la función de oferta de inversión agregada como:

$$I^s(q, n^e, m) = i(q, n^e, m) \{1 - \mu F[\bar{\omega}(q, \omega^*)] - \gamma F[\omega^*(q, n^e, m)]\} \quad (2.46)$$

Solución del problema de las familias

Las familias deben elegir sus niveles de consumo y trabajo de tal forma que maximicen su función de utilidad, sujeto a su restricción presupuestal y la ecuación de movimiento del capital, así:

$$Max_{c_t, L_t} v = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t v(C_t, 1 - L_t)$$

$$s.a. w_t L_t + r_t K_t - C_t - q_t I_{t+1} = 0$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_{t+1}$$

El lagrangiano del problema:

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{v(C_t, 1 - L_t) + \lambda_t [w_t L_t + r_t K_t - C_t - q_t [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t]]\}$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t} &= v_{C_t} - \lambda_t = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} &= -v_{L_t} + w_t \lambda_t = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{t+1}} &= -\lambda_t q_t + \beta \lambda_{t+1} [r_{t+1} + q_{t+1}(1 - \delta)] = 0 \end{aligned}$$

Combinando las ecuaciones anteriores, las condiciones de primer orden de las familias se resumen en:

$$\frac{v_{L_t}}{v_{C_t}} = w_t \quad (2.47)$$

$$v_{C_t} q_t = \beta E(v_{C_{t+1}}) [r_{t+1} + q_{t+1}(1 - \delta)] = 0 \quad (2.48)$$

Solución al problema del banquero representativo

El banquero maximiza la siguiente función de utilidad:

$$U^b = \sum_{t=0}^{\infty} (\beta \epsilon)^t C_t^b \quad (2.49)$$

Donde C_t^b es el consumo del banquero y $0 < \epsilon < 1$. El capital bancario en términos de bienes de consumo evoluciona de la siguiente forma:

$$m_t = w_t^b + b_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \quad (2.50)$$

Donde b_t son las tenencias de capital del banquero al inicio del período t . Por otro lado, para construir la restricción presupuestal, debe deducirse en primer lugar el rendimiento esperado de los recursos internos del banquero. Usando (??) los rendimientos internos pueden escribirse como:

$$\frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})i}{m} = \frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh(\omega^*)} \left(\frac{n^e}{m} + 1 \right)$$

Definiendo $\phi = \frac{n^e}{m} + 1$:

$$\frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})i}{m} = \frac{qg(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh(\omega^*)} \phi \quad (2.51)$$

Así la restricción presupuestaria del banquero será:

$$b_t \left[\frac{qg_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_t(\omega^*)} \phi_t \right] = C_t^b + q_t b_{t+1} \quad (2.52)$$

Esta restricción implica que el banquero incurrirá todo su net worth en el contrato, ya que estos recursos son menos costosos. El lagrangiano del problema del banquero será:

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} (\beta\epsilon)^t C_t^b + (\beta\epsilon)^t \lambda_t \left\{ \{w_t^b + b_t [q_t(1 - \delta) + r_t]\} \left[\frac{qg_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_t(\omega^*)} \phi_t \right] - C_t^b - q_t b_{t+1} \right\}$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t^b} = 1 - \lambda_t = 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial b_{t+1}} = -\lambda_t q_t + (\beta\epsilon) \lambda_{t+1} \left\{ [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1}g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - q_{t+1}h_{t+1}(\omega^*)} \phi_{t+1} \right] \right\} = 0$$

Estas condiciones implican la siguiente ecuación de Euler para el banquero:

$$q_t = \beta\epsilon [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1}g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - q_{t+1}h_{t+1}(\omega^*)} \phi_{t+1} \right] \quad (2.53)$$

Finalmente, el stock de capital agregado de los bancos ($B = \epsilon b$) puede obtenerse a partir de sus restricciones presupuestales así:

$$B_{t+1} = \{ \epsilon w_t^b + B_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \} \left[\frac{qg_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - qh_t(\omega^*)} \phi_t \right] - \frac{\epsilon C_t^b}{q_t} \quad (2.54)$$

Solución al problema del empresario representativo

El empresario maximizará la siguiente función de utilidad:

$$Max \sum_{t=0}^{\infty} (\beta\sigma)^t C_t^e \quad (2.55)$$

Donde C_t^e es el consumo empresarial y $0 < \gamma < 1$. Por otro lado, el net worth en terminos de bienes de consumo evoluciona de la siguiente forma:

$$n_t^e = w_t^e + z_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \quad (2.56)$$

Donde z_t son las tenencias de capital del empresario al inicio del período t . Finalmente, la restricción presupuestal intertemporal se escribe como:

$$n_t^e \left[\frac{q_t n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] = C_t^e + q_t z_{t+1} \quad (2.57)$$

Donde la expresión entre corchetes es el rendimiento esperado de los recursos internos de los empresarios y se deduce de manera similar a la expresión para los banqueros pero en este caso se hace uso de la ecuación (??). El lagrangiano del problema del empresario será:

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} (\beta\sigma)^t C_t^e + (\beta\sigma)^t \lambda_t \left\{ \{w_t^e + z_t [q_t(1 - \delta) + r_t]\} \left[\frac{q_t n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] - C_t^e - q_t z_{t+1} \right\}$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t^e} = 1 - \lambda_t = 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial z_{t+1}} = -\lambda_t q_t + (\beta\sigma) \lambda_{t+1} \left\{ [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1} n_{t+1}(\bar{\omega})}{1 - q_{t+1} g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] \right\} = 0$$

Estas condiciones implican la siguiente ecuación de Euler para el empresario:

$$q_t = \beta\sigma [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1} n_{t+1}(\bar{\omega})}{1 - q_{t+1} g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] \quad (2.58)$$

Nuevamente, debido a los supuestos de linealidad en el modelo, el net worth individual de los empresarios no aparece en la ecuación de Euler, lo que indica que esta condición se cumple para todos los empresarios solventes, además que $q > 1$.

El stock de capital agregado de los empresarios ($Z = \eta z$) puede obtenerse a partir de sus restricciones presupuestales así:

$$\begin{aligned} \eta q_t z_{t+1} &= \eta \{w_t^e + z_t [q_t(1 - \delta) + r_t]\} \left[\frac{q_t n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] - \eta C_t^e \\ Z_{t+1} &= \{ \eta w_t^e + Z_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \} \left[\frac{n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g_t(\omega^*, \bar{\omega})} \right] - \frac{\eta C_t^e}{q_t} \end{aligned} \quad (2.59)$$

Apendice 2. Calibración y estado estacionario

Las ecuaciones que describen el modelo completo son:

Para las familias:

$$\frac{v_{L_t}}{v_{C_t}} = w_t$$

$$q_t v_{C_t} = \beta E_t v_{C_{t+1}} \{r_{t+1} + q_{t+1}(1 - \delta)\}$$

Cierre de mercados:

$$(1 - \eta - \varepsilon)L_t = H$$

$$\varepsilon L_t = H^b$$

$$\eta L_t = H_t^e$$

$$Y_t = (1 - \eta - \varepsilon)C_t + \varepsilon C_t^b + \eta C_t^e + \eta i_t$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + \eta i_t [1 - F(\bar{\omega})\mu - F(\omega^*)\gamma]$$

Contratos óptimos:

$$q \left[\frac{n(\bar{\omega}) g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) - n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) + n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) h(\omega^*)}{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})} \right] = 1$$

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - g(\hat{\omega}^*, \bar{\omega})q} \right\} n^e$$

$$i = \left\{ \frac{1}{1 - h(\omega^*)q} \right\} (n^e + m)$$

Firmas:

$$Y_t = \theta_t(K_t, H_t, H^b, H_t^e)$$

$$\theta_t F_K(K_t, H_t, H^b, H_t^e) = r_t$$

$$\theta_t F_H(K_t, H_t, H^b, H_t^e) = w_t$$

$$\theta_t F_{H^b}(K_t, H_t, H^b, H_t^e) = w_t^b$$

$$\theta_t F_{H^e}(K_t, H_t, H^b, H_t^e) = w_t^e$$

Banqueros:

$$q_t = \beta \epsilon [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1} g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - q h_{t+1}(\omega^*)} \phi_{t+1} \right]$$

$$B_{t+1} = \{ \epsilon w_t^b + B_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \} \left[\frac{q g_t(\omega^*, \bar{\omega})}{1 - q h_t(\omega^*)} \phi_t \right] - \frac{\epsilon C_t^b}{q_t}$$

$$m_t = w_t^b + \left(\frac{B_t}{\epsilon} \right) [q_t(1 - \delta) + r_t]$$

Empresarios:

$$q_t = \beta \sigma [q_{t+1}(1 - \delta) + r_{t+1}] \left[\frac{q_{t+1} n_{t+1}(\bar{\omega})}{1 - q_{t+1} g_{t+1}(\omega^*, \bar{\omega})} \right]$$

$$Z_{t+1} = \{ \eta w_t^e + Z_t [q_t(1 - \delta) + r_t] \} \left[\frac{n_t(\bar{\omega})}{1 - q_t g(\omega^*, \bar{\omega})} \right] - \frac{\eta C_t^e}{q_t}$$

La calibración y los valores de estado estacionario para los modelos con y sin sistema financiero están dados en las Tablas 2.5 y 2.6:

Table 2.5: Calibración modelos con y sin sistema financiero

Parámetro	Mod sin sist. financiero	Mod con sist. financiero	Descripción
α_0	0.36	0.36	Participación del capital en la producción
α_1	0.639	0.62	Participación del trabajo de las familias en la producción
α_2	0.0001	0.01	Participación del trabajo de los banqueros en la producción
β	0.99	0.99	Tasa subjetiva de descuento de las familias
β^e	0.953	0.954	Tasa subjetiva de descuento de los empresarios
β^b	-	0.94	Tasa subjetiva de descuento de los banqueros
δ	0.014	0.02	Tasa de depreciación del capital
η	0.1	0.1	Proporción de firmas de la economía
ϵ	0.1	0.1	Proporción de banqueros de la economía
μ	0.25	0.25	Costo de <i>monitoring</i> de banqueros a empresarios
γ	-	0.25	Costo de <i>monitoring</i> de depositantes a banqueros
σ_0	0.329	0.329	Desviación estandar de la función de distribución de ω
μ_0	0.947	0.947	Media de la función de distribución de ω
ρ	0.95	0.95	Parámetro de persistencia del choque de productividad

Table 2.6: Valores de estado estacionario modelos con y sin sistema financiero

Variable	Mod sin sist. financiero	Mod con sist. financiero	Descripción
y	1.205	0.815	Producto
k	17.2	7.77	Capital
i	0.25	0.163	Inversión
c^d	0.95	0.61	Consumo hogares
c^e	0.007	0.03	Consumo empresarios
c^b	-	0.01	Consumo banqueros
H^e	0.03	0.03	Trabajo empresarios
H^b	-	0.1	Trabajo banqueros
H^d	0.27	0.24	Trabajo hogares
W^d	2.85	2.1	Salario hogares
W^e	0.004	0.271	Salario empresarios
W^b	-	0.081	Salario banqueros
r	0.025	0.038	Tasa de interés
q	1.02	1.27	Precio del capital físico
n^e	1.43	0.847	<i>Net worth</i> empresarial
m	-	0.472	Capital bancario
$\bar{\omega}$	0.42	0.7	Punto de corte banqueros
ω^*	-	0.4	Punto de corte depositantes
n	0.578	0.425	Beneficios esperados empresarios
h	-	0.15	Beneficios esperados depositantes
g	0.42	0.37	Beneficios esperados banqueros
C^T/y	0.79	0.8	Relación consumo total /PIB
i/y	0.207	0.2	Relación inversión/PIB
k/y	14.3	9.53	Relación capital/PIB

Chapter 3

Efectividad de la política monetaria no convencional y macroprudencial: un análisis DSGE

3.1 Introducción

La crisis financiera iniciada en 2007 alteró de manera importante la forma de hacer política monetaria alrededor del mundo, así como la concepción sobre su papel para garantizar la estabilidad financiera. Antes, la política monetaria se centraba fundamentalmente en el control de los precios, utilizando como instrumento para este fin la tasa de interés nominal. La estabilidad de precios garantizaba además la estabilidad financiera en un ambiente de mercados financieros competitivos y profundos, al disminuir los riesgos y la incertidumbre que debían enfrentar los agentes en estos mercados, evitando que los precios de los activos se alejaran sistemáticamente de sus fundamentales y limitando la necesidad de intervención del Banco Central como LoLR (IMF, 2015; Mohanty, 2012, Wheelock, 1998)¹.

Sin embargo esta crisis enfrentó a los banqueros centrales de los países desarrollados a un escenario completamente diferente, donde la política monetaria convencional resultó insuficiente. Además de demostrar que el sólo control de precios no es garante de la estabilidad del sistema financiero, la magnitud del choque afectó el funcionamiento de importantes instituciones financieras, llevando a muchas de ellas a la quiebra, limitando el funcionamiento de los mercados de crédito bancario e interbancario y profundizando la crisis económica. El agotamiento de la política monetaria se hizo evidente cuando la tasa de intervención se acercó a su límite inferior de cero (el llamado *Zero Lower Bound*, ZLB), obligando a la FED a buscar otras alternativas de intervención, dando inicio a una serie de medidas que buscaron soportar el sistema financiero e impulsar nuevamente la economía, resumidas en lo que actualmente se conoce como *Quantitative Easing* (QE), o política monetaria no convencional, cuyo principal objetivo consistió en evitar las quiebras masivas de instituciones financieras, recuperar la confianza en el sistema financiero, mejorar la calidad de los balances bancarios y recuperar el canal del crédito (IMF, 2015; Reis, 2009).

Fue tal la magnitud de estos programas² y su aceptación como una estrategia válida de intervención, que ha obligado a la literatura económica a preguntarse por su capacidad para favorecer la estabilidad del sistema

¹Esta visión se apoyó en trabajos como el de Bordo y Wheelock (1998), donde se muestra que históricamente la inestabilidad de precios esta relacionada con una mayor inestabilidad financiera para los casos de Estados Unidos, Reino Unido y Canadá.

²La cantidad de activos en manos de la FED pasó de cerca de USD 500 billones antes de la crisis a más de USD 4 trillones para finales de 2014 (Engen *et al*, 2015)

financiero y el crecimiento económico, sus canales de transmisión y riesgos asociados. Así mismo, ha obligado a retomar la discusión sobre el papel de la política macroeconómica para garantizar la estabilidad financiera, más allá de aquellas políticas orientadas al aumento en la regulación y supervisión del sistema promovidas por los acuerdos de Basilea, lo que actualmente se conoce como políticas “macroprudenciales”. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo es doble: en primer lugar, determinar la efectividad de la política monetaria no convencional, específicamente aquella orientada a mejorar los niveles de capitalización del sistema financiero, sobre el desempeño económico y la recuperación del canal del crédito. En segundo lugar, evaluar los posibles efectos de la incorporación de un componente de política macroprudencial sobre la regla de política monetaria, como una forma de favorecer la estabilidad financiera y el crecimiento económico. Para este fin se propone un modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE) con fricciones financieras en la línea del trabajo de Bernanke, Gertler y Gilchrist (1999, BGG de aquí en adelante). pero incorporando una segunda fricción entre los intermediarios financieros y los depositantes, tal como se presentó en el capítulo 1. A su vez, el modelo incorpora rigideces de precios, lo que permite analizar los efectos diferenciales de la política monetaria convencional y no convencional, así como modificaciones de la Regla de Taylor que incorporen la estabilidad del sistema financiero como objetivo de política.

Los trabajos recientes sobre la “Gran Recesión”, se han concentrado en tres áreas principalmente: comprender el papel del sistema financiero en la economía y los efectos de los programas de inyección de liquidez e intervención en los mercados de crédito, usando modelos DSGE (p.e. Dib, 2010; Gertler y Karadi, 2011; Güntner, 2015); evaluar la efectividad de las políticas macroprudenciales para moderar el impacto de la crisis financiera (Gertler y Karadi, 2011; Badarau y Popescu, 2014), y validar empíricamente los efectos del *QE* sobre el comportamiento de las tasas de interés y el desempeño económico (Krishnamurthy y Vissing-Jorgensen, 2011; Thornton, 2015, Meinusch y Tillman, 2015). Aunque este trabajo se enmarca dentro de las dos primeras líneas de literatura, deben destacarse algunas diferencias importantes.

En primer lugar, al incorporar una doble asimetría de información entre depositantes, banqueros y empresarios se deriva un mecanismo de “doble acelerador financiero” que le otorga mayor protagonismo al capital bancario y los choques que lo afecten, similar al propuesto por Hiraikata *et al.* (2014) y contrario a otros trabajos que sólo consideran una fricción financiera, bien sea entre intermediarios financieros y empresarios como Dib (2010), o entre intermediarios financieros y depósitosantes, como Gertler y Karadi (2011). De esta forma, un choque de productividad positivo aumenta la inversión en una magnitud mayor al caso donde sólo se presenta una fricción financiera *ala* BGG, hecho explicado en la medida en que los aumentos en el precio del capital físico mejoran no sólo el capital empresarial sino además el bancario, disminuyendo los costos de financiamiento externo de ambos agentes y favoreciendo la expansión de la inversión.

Adicionalmente, esta propuesta incorpora rigideces de precios y política monetaria a partir de una Regla de Taylor, lo que permite analizar en un mismo marco de referencia distintas alternativas de política monetaria y macroprudencial, elemento ausente en el trabajo de Hiraikata *et al.* (2014). Sin embargo, una diferencia importante frente a otros trabajos que igualmente incorporan rigideces de precios (Gertler y Karadi, 2011; Badarau y Popescu 2014; Merola, 2015) es la forma en que se define e implementa la política monetaria no convencional. Mientras otros estudios analizan aquellos programas que buscaron aumentar la liquidez en los mercados de crédito, aquí la política monetaria no convencional se asume como un aumento directo sobre el nivel de capital bancario, lo que corresponde más con los programas de créditos directos a instituciones financieras y apoyos del FED como LoLR, en línea con lo estudiado por Dib (2010) y Güntner (2015).

Los resultados muestran que los incrementos en el capital bancario efectivamente favorecen la recuperación

del producto a través de dos vías: por un lado, el aumento del capital bancario fortalece el canal del crédito, generando una expansión de la inversión. Así mismo, incrementa el precio del capital físico, lo que activa el efecto de “doble acelerador financiero”, ya que se aprecia una disminución de los costos de financiamiento externos tanto de empresarios como banqueros. Por otro lado, el mayor nivel de capital favorece el consumo total, reforzando el efecto de la política sobre el producto.

Para comparar la efectividad de la política monetaria convencional y no convencional, se realiza adicionalmente un experimento que asume un choque negativo de productividad, donde el Banco Central puede utilizar una regla de Taylor convencional o una regla no convencional de inyección de liquidez a los bancos comerciales que responde a la brecha del producto. Aunque se evidencian varias similitudes entre los mecanismos de transmisión de ambas políticas, surgen dos diferencias importantes términos de sus efectos. En primer lugar, la política monetaria convencional favorece en mayor medida el capital empresarial, mientras desincentiva la acumulación de capital bancario, lo que se traduce en un encarecimiento de los costos de los depósitos para la banca y un mayor nivel de apalancamiento. Caso contrario ocurre con la política monetaria no convencional, que fortalece el sistema financiero al disminuir sus costos externos y los niveles de capital, ya que favorece el nivel de capital del sistema. La segunda diferencia radica la capacidad de recuperación del producto, encontrándose que la política no convencional genera un ritmo de convergencia al estado estacionario más acelerado. Sin embargo, la política no convencional genera mayores efectos en términos de inflación y costos asociados a la pérdida de patrimonio por parte del Banco Central.

Finalmente, en cuanto a la conveniencia de establecer objetivos de estabilidad financiera dentro de la regla de política monetaria como un mecanismo “macroprudencial”, específicamente la inclusión de la brecha del capital bancario respecto a su nivel potencial, los resultados muestran que esta no sólo favorece la estabilidad del sistema, sino que además suaviza el efecto de choques negativos exógenos sobre la economía, específicamente choques de productividad o caídas súbitas en los niveles de capital bancario. Esto sugiere que la implementación de medidas macroprudenciales pueden evitar o disminuir la necesidad de implementar medidas más severas, como el *QE*, al reducir la posibilidad de enfrentar crisis financieras.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente forma: en la segunda parte se hace una presentación de los principales trabajos que han analizado la efectividad de la política monetaria no convencional y medidas macroprudenciales en un marco de modelación DSGE. El tercer apartado describe en detalle el *set up* del modelo; la cuarta parte presenta la calibración del modelo y los distintos ejercicios de impulso-respuesta realizados. En la quinta parte se concluye.

3.2 Literatura relacionada

Aunque continúa siendo limitada, la literatura sobre los efectos de la política monetaria no convencional y la efectividad de las políticas macroprudenciales ha crecido recientemente buscando comprender su efectividad, mecanismos de transmisión y riesgos. El debate cobra importancia al tener en cuenta, entre otras razones, la magnitud de la intervención de la FED en los mercados financieros, la adopción de este tipo de programas por parte de otros Bancos Centrales alrededor del mundo y los nuevos debates sobre las políticas macroprudenciales y la estabilidad financiera.

Los trabajos que abordan esta temática pueden agruparse teniendo en cuenta dos aspectos importantes. En primer lugar, la definición de política monetaria no convencional usada (o de manera equivalente, el

programa específico analizado), ya que mientras algunos se concentran en aquellos programas que buscaron otorgar liquidez al sistema financiero (como la entrega de créditos privados directos o a través de la ventanilla de descuento), otros analizan el impacto de esta política sobre las trayectorias de las tasas de interés de largo plazo. La segunda diferencia radica en la metodología empleada, encontrándose una serie de análisis empíricos que estudian la efectividad de estas políticas para afectar la trayectoria de las tasas de interés de largo plazo, mientras otros se concentran en los mecanismos de transmisión y el desarrollo de experimentos que cuestionan la viabilidad de implementar políticas macroprudenciales, usando para esto modelos del tipo DSGE.

Mientras la mayor parte de la literatura se ha concentrado en los análisis empíricos sobre los efectos de las políticas (Krishnamurthy y Vissing-Jorgensen, 2011; Thornton, 2015; Engen *et al.*, 2015; Meinusch y Tillman, 2015), el uso de modelos DSGE para analizar asuntos relacionados con la estabilidad financiera y la política monetaria continúa siendo limitado, aunque creciente en los últimos años³. La principal característica de estos trabajos es que en todos ellos se requiere la introducción de fricciones financieras y asimetrías de información entre prestamistas y prestatarios con el fin de motivar la existencia del sistema financiero, aunque las estrategias de modelación utilizadas son diversas. Respecto a la definición de política monetaria no convencional, la mayoría de trabajos analiza los efectos de los apoyos de liquidez realizados por los Bancos Centrales, sin embargo, mientras algunos suponen apoyos directos que afectan el capital bancario y la capacidad de generación de crédito, otros consideran escenarios donde los recursos son inyectados a los mercados de crédito para mejorar las fuentes de financiamiento del sistema.

Un primer trabajo en esta línea es el de Dib (2010), que desarrolla un modelo DSGE usando como referencia el trabajo de BGG (1999), pero incorporando de manera explícita la existencia de banqueros que participan en un mercado interbancario y están sujetos a requerimientos de capital (con el fin de replicar la regulación de los Acuerdos de Basilea). El modelo considera la posibilidad de que el Banco Central realice inyecciones directas de liquidez al sistema aumentando el capital bancario (política cuantitativa), o a través de la compra de bonos del gobierno para mejorar la posición financiera de los bancos (política cualitativa). Los resultados muestran, en primer lugar, que la imposición de requerimientos de capital disminuye el efecto de los choques de productividad y política monetaria convencional sobre el producto, ya que limitan la capacidad de expansión del crédito por parte de la banca. Respecto a la política no convencional, se encuentra que mientras la política cuantitativa tiene importantes efectos sobre el producto y demás variables reales debido a que disminuyen el costo de financiamiento externo de los bancos y favorecen la acumulación de capital bancario, la política cualitativa tiene poca efectividad para impulsar la economía, aunque conduce a mayores tasas de inflación.

Gertler y Karadi (2011) se apartan de la propuesta de BGG (1999), y en su reemplazo suponen la existencia de una fricción financiera entre depositantes e intermediarios financieros, al tiempo que modelan las rigideces de precios usando la estrategia de Smets y Wouters (2007). La idea detrás de esta modificación es incorporar explícitamente el capital del sistema financiero en el modelo con el fin de analizar los efectos de choques financieros y diferentes alternativas de intervención por parte del Banco Central. Específicamente, los intermediarios financieros captan recursos de los hogares para ofrecer crédito a los empresarios, sin embargo tienen la posibilidad de apropiarse de parte de los beneficios de los depositantes, de tal forma que estos limitan sus préstamos en función del monto de capital bancario. Para incorporar la política monetaria no convencional, se supone que el Banco Central puede emitir deuda del gobierno, venderla a los hogares y usar estos recursos para prestarlos a los intermediarios financieros en el mercado de depósitos. Los resultados

³En el capítulo II se ofrece una revisión de literatura sobre modelos DSGE que incorporan de manera explícita al sistema financiero.

obtenidos muestran que un choque negativo sobre el capital financiero (afectado en este caso por un deterioro en su calidad), genera una caída en el producto mayor a la ocurrida en ausencia de fricciones financieras, debido a que el deterioro en la calidad del capital disminuye la capacidad de financiamiento del sistema, generando una caída en el precio del capital que disminuye aún más el capital financiero. En cuanto a la efectividad de la política no convencional, los autores encuentran que la política de crédito del Banco Central es eficiente para contener la caída de la inversión y el producto, y su efectividad aumenta en la presencia de restricciones del tipo *ZLB*.

Badarau y Popescu (2014) se cuestiona por la efectividad de las políticas macroprudenciales para estabilizar el producto. Para ello, desarrollan un modelo DSGE que incluye una doble fricción financiera entre depositantes, banqueros y empresarios; sin embargo, a diferencia de este trabajo, la fricción entre depositantes y banqueros se encuentra determinada por una variable aleatoria adicional e incorrelacionada a la variable que determina la fricción entre banqueros y depositantes⁴. Los autores suponen un proceso de “burbuja financiera” que desvía las variables de sus niveles de estado estacionario como un mecanismo alternativo para modelar un ciclo crediticio. A continuación, realizan un análisis comparativo entre los efectos sobre el producto y demás variables macroeconómicas de esta burbuja cuando la actuación de política monetaria responde a una Regla de Taylor convencional y cuando se incluye un objetivo de estabilidad financiera, entendido como la reacción de la tasa de interés nominal ante desviaciones de la relación crédito/PIB de su nivel de estado estacionario. Los resultados muestran que una política monetaria más agresiva para intentar evitar expansiones excesivas del crédito sólo conduce a una disminución del crecimiento y un aumento en la volatilidad de la inflación, sin embargo su capacidad para controlar la expansión del crédito es limitada. Según los autores, la explicación para ello responde a la imposibilidad de perseguir diversos objetivos de política con tan sólo un instrumento, la tasa de interés, de tal forma que concluyen que es necesario analizar otros instrumentos para procurar la estabilidad financiera como es el caso de los requerimientos de capital.

Finalmente, Güntner (2015) utiliza como marco de referencia el modelo de Gertler y Kiyotaki (2011) para estudiar las decisiones de acumulación de reservas por parte de los bancos comerciales, así como los efectos de la política no convencional (modelada como inyecciones de liquidez a la banca) para contener los choques financieros y reales. El modelo incluye la existencia de un sector bancario que intermedia los recursos entre prestamistas y prestatarios que, similar a la propuesta de Dib (2010), se le impone de manera exógena una regla de requerimientos de capital para poder operar; sin embargo a diferencia de este, no considera problemas de información entre depositantes y banqueros. Adicionalmente incluye la existencia de un mercado interbancario. Los banqueros experimentan choques idiosincráticos de liquidez que limitan la recepción de depósitos por parte de las familias y de esta forma su posibilidad de ofrecer crédito, de tal forma que tienen incentivos para acumular reservas. Los principales resultados demuestran que es posible obtener un equilibrio general donde existan excesos de reservas por parte de la banca. Por otro lado, muestra que la política monetaria no convencional no genera ganancias en la economía respecto a choques convencionales

⁴Aunque el modelo propuesto en Badarau y Popescu (2014), logra capturar la importancia del capital bancario en el comportamiento de la economía, una crítica importante es que el *timing* intratemporal propuesto es inconsistente, en la medida en que asumen, por un lado, que en el proceso de maximización de los empresarios la fricción financiera se origina por la imposibilidad de observar el choque idiosincrático que experimentan estos por parte de banqueros y depositantes (en la línea de BGG) pero, por otro lado, cuando proceden con el problema de maximización de los banqueros, se asume un segundo choque idiosincrático que experimenta el banco, no observable por los depositantes. Lo cuestionable en este caso es que además de que los choques no guardan ninguna correlación entre sí, no son incorporados en las funciones de beneficios esperados de banqueros y depositantes en la primera etapa, a pesar de que es claro que los beneficios de los bancos y su capacidad de pago a los depositantes dependerían tanto de la realización del choque idiosincrático de los empresarios, como del choque experimentado por los banqueros. Desde nuestra perspectiva esta diferencia es importante, ya que en nuestro caso se sigue una estrategia de modelación similar pero sin necesidad de incorporar choques adicionales sobre los bancos, manteniendo de esta forma un *timing* en la elaboración de los contratos más clara y simple.

de oferta o demanda, como productividad o tasas de interés, sin embargo su efecto es favorable ante choques de liquidez, lo que justificaría su uso en los casos en que el ciclo económico esté asociado con el deterioro del sistema financiero.

3.3 Un modelo con doble fricción financiera

El modelo propuesto sigue de cerca a BGG (1999) en términos de su estructura básica, y asume la existencia de un hogar representativo que toma decisiones de consumo y trabajo, al tiempo que distribuye su ahorro entre saldos reales de dinero y la realización de depósitos en el sistema financiero; sin embargo, en este caso los activos rinden una tasa de interés mayor a la tasa libre de riesgo al existir una asimetría de información entre depositantes y banqueros. Por su parte los banqueros utilizan recursos propios (capital bancario) y depósitos para realizar créditos a los empresarios, quienes utilizan estos recursos, en conjunto con su propio capital (*net worth* empresarial) para adquirir capital físico y producir un bien homogéneo. Sin embargo, los empresarios a nivel individual se encuentran sujetos a un choque idiosincrático que limita su rendimiento medio del capital y de esta forma condiciona la posibilidad de cumplir con el pago a los banqueros. Esto hace que al mismo tiempo sea posible que algunos banqueros no puedan cumplir con los pagos prometidos a los depositantes. La existencia de esta doble asimetría de información obliga a realizar un contrato tipo deuda entre empresarios, banqueros y depositantes, donde los banqueros y empresarios deben pagar un *premium* financiero a sus respectivos prestamistas. De esta forma se obtiene una curva de oferta de capital agregada de pendiente positiva que depende de los niveles de *net worth* empresarial y capital bancario. Mientras la solución del contrato es un proceso estático que se realiza al final de cada período, el resto de las variables reales se determinan en un contexto dinámico de equilibrio general.

Adicionalmente se supone la existencia de un sector productor de bienes de capital para incorporar costos de ajuste de capital y permitir variabilidad en su precio. Para incorporar rigideces de precios, se sigue la estrategia de Calvo (1983) y se asume la existencia de firmas minoristas que actúan en un ambiente de competencia monopolística. Finalmente, se supone la existencia de un Banco Central, encargado de realizar política monetaria convencional por medio de la tasa de interés nominal siguiendo una Regla de Taylor que toma en cuenta las brechas de producto e inflación. En cuanto a la política monetaria no convencional, se asume que el Banco Central cuenta con un *stock* de capital acumulado previamente que puede ser transferido a los banqueros en la forma de préstamos directos o como LoLR con el fin de mejorar sus niveles de capitalización.

Los detalles sobre el contrato estático entre depositantes, banqueros y empresarios se presenta en la sección 3.3.1, mientras el comportamiento dinámico de los diferentes agentes se detalla en la sección 3.3.2.

3.3.1 Beneficios esperados y contratos óptimos

La determinación de la curva de oferta de capital físico de la economía parte de la negociación estática entre tres agentes: depositantes, bancos y empresarios⁵. Conocidos el precio del capital físico (Q_t) Al final del

⁵La siguiente es la presentación dinámica equivalente al problema estático entre depositantes, banqueros y empresarios presentado en el capítulo 1, razón por la cual no se profundiza en la parte algebraica. Una diferencia importante en este caso es la inclusión del precio del capital para valorar el monto del crédito solicitado, lo que genera el efecto acelerador sobre el producto, al afectar las decisiones de acumulación de empresarios y banqueros. Nuevamente, las propiedades de la oferta de crédito obtenidas en el capítulo 1 permanecen inalteradas, ya que este puede considerarse un caso particular donde $Q = 1$.

período t , el empresario j debe determinar el monto de capital $Q_t K_{t+1}^j$ con el que operará en el siguiente. Sin embargo, sólo posee recursos propios (*net worth*) por un monto N_{t+1}^j , de tal manera que debe solicitar recursos externos (B_{t+1}^j) de:

$$B_{t+1}^j = Q_t K_{t+1}^j - N_{t+1}^j \quad (3.1)$$

Estos recursos son proveídos por el banquero j , que a su vez posee un capital bancario de M_{t+1}^j , de tal forma que deben captar la diferencia a través de depósitos ofrecidos por las familias (D_{t+1})⁶. Esto implica que:

$$D_{t+1} = B_{t+1}^j - M_{t+1}^j \quad (3.2)$$

El rendimiento del capital viene determinado por un retorno medio, R_{t+1}^k , que es conocido de manera anticipada por todos los agentes, más un componente idiosincrático ω^j propio de cada empresario y cuya función de distribución se denota $F(\omega)$ y la *pdf* como $f(\omega)$. Esta tecnología no puede ser observada por los otros agentes, excepto si adelantan una auditoría directa a la empresa (que implica un costo para quienes la realizan), lo que genera un problema de información asimétrica del tipo *Costly State Verification* (CSV). De esta forma, el rendimiento del capital del empresario j ex ante estará dado por $\omega^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}$.

El contrato óptimo entre el empresario y el banquero está definido por una tasa bruta sobre el crédito de Z que le exige el segundo al primero por un monto B_{t+1}^j de recursos. De manera alternativa, puede definirse un valor mínimo de corte sobre el choque idiosincrático ($\bar{\omega}$) que garantiza que el empresario podrá cumplir con el pago al banquero:

$$\bar{\omega}^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} = Z_{t+1}^j B_{t+1}^j \quad (3.3)$$

Siempre que $\omega^j \geq \bar{\omega}^j$, el empresario podrá pagar al banquero. Cuando $\omega^j < \bar{\omega}^j$, el empresario no podrá cumplir con su deuda, el banquero intervendrá la empresa, realizará una auditoría y se quedará con el producto obtenido, descontado los costos de *monitoring* y obteniendo un beneficio residual de $(1 - \mu) \omega R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}$. De manera equivalente, el contrato entre el depositante y el banquero implica una tasa de interés bruta sobre los depósitos de S , pagaderos por parte del banco siempre que el choque idiosincrático supere un valor mínimo ω^{*j} , de tal manera que:

$$(1 - \mu) \omega^{*j} R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} = S_{t+1}^j D_{t+1} \quad (3.4)$$

Es importante notar que en la expresión (3.4), se está considerando la posibilidad de que el empresario pueda quebrar y aún así el banco pueda pagarle a los depositantes después de la auditoría (este equivale a un escenario de quiebra empresarial sin *default* bancario), lo que ocurre cuando $\omega^{*j} < \omega^j < \bar{\omega}^j$. Ahora, en caso en que el banco declare la imposibilidad de cumplir con los depositantes ($\omega^j < \omega^{*j}$), los depositantes realizarán una auditoría al banco quedándose con lo hallado menos sus respectivos costos de *monitoring*, es decir, obtienen $(1 - \gamma) (1 - \mu) \omega^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}$.

El banco enfrenta en consecuencia tres escenarios posibles que determinan sus beneficios. En el primer caso, el empresario puede pagarle al banco y este a su vez a los depositantes (caso de no *default*); en el

⁶Para que el ejercicio cobre interés, se supone que la cantidad de recursos propios que poseen tanto empresarios como banqueros es menor a la requerida, de tal forma que deben recurrir a financiamiento externo.

segundo caso, el empresario no puede cumplir con el banco, pero este si puede cumplirle a los depositantes (quiebra empresarial sin *default* bancario), y en el tercer escenario los empresarios no pueden cumplir con los banqueros y estos tampoco con los depositantes (bancarrota con *default* bancario), obteniendo beneficios nulos. Considerando los casos anteriores, y tomando en cuenta las definiciones(3.3) y (3.4), los beneficios esperados del banquero serán:

$$\Pi^b = \left\{ [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.5)$$

O de manera equivalente:

$$\Pi^b = g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.6)$$

Donde $g(\omega^*, \bar{\omega})$ representa el retorno esperado por el banquero del prestamo al empresario.

En el caso de los empresarios, sus beneficios esperados dependen de dos casos posibles: en primera instancia, el choque idiosincrático es tal que le permite cumplir con los compromisos adquiridos con el banco (no bancarrota), por el contrario, en caso de bancarrota, los empresarios no obtienen beneficios. Considerando ambas posibilidades y tomando en cuenta (3.3), los beneficios esperados de los empresarios serán:

$$\Pi^e = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} \right\} R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.7)$$

Renombrando el término entre llaves:

$$\Pi^e = n(\bar{\omega}) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.8)$$

Nuevamente $n(\bar{\omega})$ es la proporción de beneficios obtenidos por el empresario.

Finalmente, para obtener los beneficios esperados de los depositantes se tienen igualmente dos casos posibles. En el primero, los bancos cumplen con el pago prometido en el contrato. Por el contrario, si el banco no puede cumplir con su compromiso (*default* bancario), los depositantes auditarán a este último y obtendrán la producción residual. En consecuencia los beneficios esperados de los depositantes serán:

$$\Pi^d = \left\{ (1 - \gamma) (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* \right\} R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.9)$$

Donde nuevamente se hace uso de las definiciones (3.3) y (3.4). Definiendo $h(\omega^*)$ como la proporción de beneficios totales que le corresponden a los depositantes, puede reescribirse:

$$\Pi^d = h(\omega^*) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} \quad (3.10)$$

La solución del problema requiere del diseño de un contrato de tipo deuda tal como lo demuestra Gale y Hellwig (1985). Sin embargo, en este caso el contrato implica la participación de los tres agentes involucrados,

de tal forma que debe garantizar que el productor de capital maximice sus beneficios, sujeto a que tanto los banqueros como los depositantes estén dispuestos a participar. Respecto a las restricciones de participación, debe tenerse en cuenta que el banquero incluye todos sus recursos en la oferta de crédito (M_{t+1}^j), ya que los fondos internos son más económicos que los externos, mientras que para el caso del depositante los recursos que entrega al banco son $B_{t+1}^j - M_{t+1}^j$. Formalmente, el contrato se obtiene de la solución al siguiente problema:

$$\max_{\omega^*, \bar{\omega}, K} n(\bar{\omega}) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$$

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j \geq R_{t+1} (M_{t+1}^j)$$

$$h(\omega^*) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j \geq R_{t+1} (B_{t+1}^j - M_{t+1}^j)$$

Donde R_{t+1} es la tasa libre de riesgo. El problema puede reescribirse en términos del *spread* entre el rendimiento medio del capital y la tasa libre de riesgo y el nivel de apalancamiento del empresario. Para esto, se divide por R_{t+1} y N_{t+1} y definiendo $s = \frac{R_{t+1}^k}{R_{t+1}}$, $k = \frac{Q_t K_{t+1}^j}{N_{t+1}}$, $\phi = \frac{M_{t+1}^j}{N_{t+1}}$, el problema queda expresado como:

$$\max_{\bar{\omega}, K, \omega^*} n(\bar{\omega}) s k$$

$$s.a. g(\omega^*, \bar{\omega}) s k \geq \phi$$

$$s.a. h(\omega^*) s k \geq (k - 1 - \phi)$$

Las condiciones de primer orden arrojan el siguiente sistema de ecuaciones que permite obtener los valores óptimos de ω^* , $\bar{\omega}$, k :

$$s = \frac{n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{[n(\bar{\omega}) g_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) - n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g(\omega^*, \bar{\omega}) h_{\omega^*}(\omega^*) + n_{\bar{\omega}}(\bar{\omega}) g_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) h(\omega^*)]} \quad (3.11)$$

$$s = \frac{1}{h(\omega^*) k} (k - 1 - \phi) \quad (3.12)$$

$$k = \frac{\phi}{g(\omega^*, \bar{\omega}) s} \quad (3.13)$$

La solución de este sistema permite derivar la curva de oferta de capital físico de la economía. La figura 1.6 muestra los valores de equilibrio para el capital ante distintos niveles de *premium* financiero (s). Como se espera, la curva tiene una pendiente positiva que indica que, todo lo demás igual, un aumento en el retorno esperado del capital disminuye la probabilidad de *default* de los empresarios y les permite aumentar

su endeudamiento. Una manera equivalente de comprender esta relación es que la necesidad por parte del empresario de obtener mayor financiamiento sólo puede ser cubierta a través de un mayor costo financiero, debido al aumento en la probabilidad de *default* que experimenta frente a su mayor grado de apalancamiento. Ahora bien, en la medida en que el *net worth* empresarial aumenta, es posible por parte del banco financiar una mayor cantidad de capital, dado el mismo *premium*, debido a que la probabilidad de *default* disminuye, lo que traduce en un desplazamiento de la curva de oferta de capital a la derecha.

Una de las principales novedades de este modelo radica en que la determinación de la oferta de capital se encuentra condicionada adicionalmente por el nivel de capital bancario (Figura 1.7). En efecto, mayores niveles de capital bancario disminuyen el costo de los depósitos o, de manera equivalente, le permite a los bancos obtener mayor financiamiento de las familias al mismo costo. Como consecuencia de esto, pueden aumentar la oferta de capital a los empresarios al mismo nivel de *net worth* y *premium* financiero. Ahora, esto implica igualmente que un deterioro de las condiciones bancarias debido, por ejemplo, a choques de riqueza o financieros externos, se traducirán en una disminución en la oferta de capital a los empresarios (aún garantizando el mismo nivel de retorno medio del capital), lo que limitará la capacidad de producción de la economía.

Una vez conocido en detalle el comportamiento de la curva de oferta de capital y sus determinantes, el paso siguiente es incorporarla en un modelo de crecimiento convencional con el fin de evaluar cómo afecta a la economía la existencia de este tipo de fricciones financieras.

3.3.2 Equilibrio general

Los empresarios

Los empresarios compran capital físico al final de cada período y demandan trabajo, lo que utilizan para producir un bien homogéneo en el siguiente período que será vendido a los minoristas. La función de producción en el período t está dada por:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

Donde Y es el nivel de producto, A es el parametro tecnológico, K es el capital físico comprado por los empresarios en el período $t - 1$ y L es el trabajo. Por otro lado, el movimiento del *stock* de capital agregado está descrito por:

$$k_{t+1} = \Phi\left(\frac{I_t}{K_t}\right) K_t + (1 - \delta) K_t$$

Siendo I el nivel de inversión y δ la depreciación. Además se supone que $\Phi\left(\frac{I_t}{K_t}\right) K_t$ es creciente y concava, con $\Phi(0) = 0$, lo que captura la existencia de costos de ajuste del capital con el fin de permitir la variabilidad en su precio. Siguiendo a BGG (1999), se asume la existencia de un sector de inversión compuesto por firmas competitivas productoras de capital, que compran inversión y rentan capital con el fin de producir y vender nuevo capital en cada período al precio Q . Del problema de optimización de estas firmas, se obtiene la siguiente expresión para Q ⁷:

⁷Los detalles del problema de las firmas productoras de capital se presentan en el Apéndice 2.

$$Q_t = \frac{1}{\Phi' \left(\frac{I_t}{K_t} \right)} \quad (3.14)$$

Ahora, definiendo $1/X_t$ como el precio relativo de los bienes mayoristas respecto a los bienes al detal, y teniendo en cuenta la función de producción, la renta pagada a una unidad de capital será $1/X_t (\alpha Y_t / K_t)$. A partir de esta expresión, puede obtenerse el retorno bruto esperado de tener una unidad de capital entre el período t y $t + 1$:

$$E_t (R_{t+1}^k) = E_t \left(\frac{1/X_{t+1} (\alpha Y_{t+1} / K_{t+1}) + Q_{t+1} (1 - \delta)}{Q_t} \right) \quad (3.15)$$

La ecuación (3.15) puede verse como la demanda de nuevo capital por parte de los empresarios. Por su parte, la solución del sistema de ecuaciones asociadas al contrato óptimo depositantes-banqueros-empresarios y su agregación, da origen a la curva de oferta de capital, que como se demostró anteriormente posee pendiente positiva y depende tanto del *net worth* empresarial como bancario.

Evolución del *net worth* empresarial y bancario

Dos ecuaciones fundamentales en la dinámica del modelo son los *net worth* empresarial y bancario. En primera instancia se supondrá que tanto empresarios como banqueros ofrecen trabajo de manera inelástica en la producción de bienes mayoristas, esto con el fin de garantizar que siempre tendrán un nivel positivo de patrimonio. El trabajo del sector mayorista será en consecuencia un compuesto entre los distintos trabajos utilizados:

$$L_t = H_t^\Omega (H_t^e)^{\Omega_1} (H_t^b)^{1-\Omega-\Omega_1}$$

Donde H , H^e , y H^b son el trabajo de los hogares, empresarios y banqueros, respectivamente. A partir de esto, el *net worth* empresarial puede escribirse como:

$$N_{t+1} = \gamma^e V_t + W_t^e$$

Donde γ^e es la tasa de supervivencia de los empresarios entre períodos. Esta se incluye para evitar que puedan acumular capital de manera indefinida hasta lograr autofinanciarse. Los empresarios que salen del negocio se consumen su riqueza, tal que:

$$C_t^e = (1 - \gamma^e) V_t$$

Por su parte, V_t es la riqueza que acumulan los empresarios entre los períodos $t - 1$ y t . Esta expresión es equivalente a los beneficios obtenidos. Para deducirla, debe tenerse en cuenta que los beneficios empresariales están dados por (3.8). Ahora, en equilibrio debe garantizarse que los beneficios de los banqueros y los depositantes expresados en la ecuaciones (3.6) y (3.10) deben ser iguales a sus costos de oportunidad. Realizando algunas manipulaciones algebraicas, se obtiene la siguiente expresión:⁸

⁸Véase apéndice 3.

$$V_t = R_t^k Q_{t-1} K_t - \left\{ R_t^p + \frac{\left[\mu \int_{\bar{\omega}^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \mu(1-\gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t) \quad (3.16)$$

El término $\frac{\left[\mu \int_{\bar{\omega}^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \mu(1-\gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t}$ muestra el *premium* de financiamiento externo que tiene que enfrentar los empresarios debido a las asimetrías de información entre las distintas partes, que en este caso depende no sólo del valor de $\bar{\omega}$ sino también de ω^* , además de los costos de *monitoring* de banqueros y depositantes. En suma, el *net worth* empresarial puede escribirse como:

$$\begin{aligned} N_{t+1} &= \gamma^e V_t + W_t^e = \\ &= \gamma^e \left\{ R_t^k Q_{t-1} K_t - \left\{ R_t^p + \frac{\left[\mu \int_{\bar{\omega}^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \mu(1-\gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t) \right\} + (1-\alpha) \Omega_1 \frac{Y_t}{X_t H_t^e} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Donde se incluye el salario de equilibrio obtenido por los empresarios.

De manera similar al caso anterior, puede obtenerse el capital bancario (M_t), donde se asume que una proporción constante γ^b de los banqueros continúa con esta actividad al final de cada período:

$$M_{t+1} = \gamma^b V_t^b + W_t^b$$

Lo que implica que el consumo bancario está dado por $C_t^b = (1 - \gamma^b) V_t^b$. En este caso V_t^b es la riqueza que acumulan los banqueros entre cada período. La ecuación de movimiento del capital bancario será:⁹

$$\begin{aligned} M_{t+1} &= \gamma^b V_t^b + W_t^b = \\ &= \gamma^b \left\{ \left\{ [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right\} R_t^k Q_{t-1} K_t - \left\{ R_t^p + \frac{\gamma(1-\mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) \right\} + (1-\alpha)(1-\Omega-\Omega_1) \frac{Y_t}{X_t H_t^b} \end{aligned} \quad (3.18)$$

En este caso $\frac{\gamma(1-\mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t}$ corresponde al *premium* de riesgo que cobran los depositantes a los banqueros, que como era de esperarse depende sólo del valor de equilibrio de ω^* y los costos de *monitoring*.

Las familias

La modelación del comportamiento de las familias es convencional. Existe un continuo de hogares de masa unitaria que toma decisiones de trabajo, consumo, demanda por dinero y ahorro. Es importante anotar que en este caso el rendimiento de los ahorros es igual a la tasa libre de riesgo ajustada por el *premium* que deben pagar los bancos por el financiamiento externo. Así entonces, el problema de los hogares puede expresarse como:

$$\max E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k [\ln(C_{t+k}) + \zeta \ln(M_{t+k}/P_{t+k}) + \xi \ln(1 - H_{t+k})]$$

⁹Véase apéndice 3.

$$s.a. C_t = W_t H_t + \Pi_t + R_t^d D_t - D_{t+1} + \frac{(M_{t+1} - M_t)}{P_t}$$

Donde C_t es el consumo, M_t/P_t es la demanda por saldos reales de dinero, H_t es la oferta de trabajo, W_t es el salario y D_t son los depósitos que rinden una tasa $R_t^d = R_t^p + \frac{\gamma(1-\mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t}$.

Las condiciones de primer orden del problema implican:

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{C_{t+1}} R_{t+1}^d \right]$$

$$\frac{W_t}{C_t} = \xi \frac{1}{1 - H_t}$$

$$\frac{M_t}{P_t} = \varsigma C_t \left(\frac{R_{t+1}^n - 1}{R_{t+1}^n} \right)^{-1}$$

Donde se aprecia como el *premium* financiero que establecen las familias en calidad de depositantes afecta sus decisiones de consumo y trabajo a través de la tasa de interés.

Sector minorista y precios rígidos

Con el fin de incorporar rigideces nominales, se supone la existencia de un sector minorista que opera en competencia monopolística. Siguiendo a Collard *et al.* (S.F.), las firmas fijan sus precios por un número estocástico de períodos y en cada uno de ellos tienen una probabilidad de $1 - \chi$ de ajustar sus precios, en caso contrario su precio se mantiene fijo. Cuando la firma tiene la posibilidad de ajustar sus precios, esta elegirá aquel precio P_t^* que le maximice el flujo esperado de beneficios, siendo $\Pi(P_t^*)$, los beneficios obtenidos en t . De esta forma, el problema será:

$$\max_{P_t^*(i)} \sum_{k=0}^{\infty} \Phi_{t,t+k} \xi^k \Pi(P_t^*(i))$$

Sujeto a la demanda total que enfrenta cada minorista:

$$y_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta_p} y_t$$

Donde además $\Pi(P_t^*(i)) = [P_t^*(i) - P_{t+k} s_{t+k}] y_{t+k}(i)$. Por su parte $\Phi_{t,t+k} \equiv \beta^k \frac{\Lambda_{t+k}}{\Lambda_t}$ opera como un factor de descuento para valorar la corriente de beneficios futuros. La solución a este problema implica que todos los minoristas que pueden ajustar su precio en el período t elegirán el mismo precio:

$$P_t^* = \frac{P_t^N}{P_t^D}$$

Donde:

$$P_t^N = \frac{\theta_p}{\theta_p - 1} \Lambda_t P_t^{1+\theta_p} s_t y_t + \beta \chi E_t \left[\pi_{t+1}^{\theta_p} P_{t+1}^N \right]$$

$$P_t^D = \Lambda_t P_t^{\theta_p} y_t + \beta \chi E_t \left[P_{t+1}^D \right]$$

Adicionalmente el nivel de precios de la economía puede expresarse como el promedio de todos los precios de la economía, de tal forma que puede escribirse como:

$$P_t = \left[(1 - \chi) P_t^{*1-\theta_p} + \chi P_{t-1}^{1-\theta_p} \right]^{\frac{1}{1-\theta_p}}$$

Las ecuaciones anteriores definen en consecuencia el mark-up de las firmas minoristas (usado en la ecuación de demanda de capital), la dinámica de los precios y la inflación.

El Banco Central

Se supondrá que la única función del gobierno está centrada en la política monetaria, cuyo instrumento es la tasa de interés nominal. El Banco Central entonces posee la siguiente Regla de Taylor, que reacciona a las brechas de inflación y producto:

$$R_t^n = \rho_0 R_{t-1}^n + \theta^\pi (\pi_t - \pi_{ss}) + \theta^y (y_t - y_{ss}) \quad (3.19)$$

En estado estacionario se supone que la inflación es cero, de tal forma que la tasa de interés nominal es igual a la real. Por otro lado, se asume que el Banco Central puede llevar a cabo política monetaria no convencional transfiriendo parte de sus recursos directamente a los bancos.

3.4 Calibración y resultados

3.4.1 Calibración

El apéndice 3 resume las ecuaciones que componen el modelo. Por el lado de la demanda se encuentran la ecuación de Euler para el consumo de los hogares, las ecuaciones de consumo para empresarios y banqueros, el precio del capital, la curva de demanda de inversión y el sistema de ecuaciones que determinan la curva de oferta de capital. El cierre macroeconómico se garantiza igualando la demanda agregada con el producto, donde se incluyen adicionalmente los costos de *monitoring* de banqueros y depositantes. La oferta agregada se encuentra descrita por la función de producción del bien homogéneo y las condiciones de primer orden para el trabajo de los hogares, empresarial y bancario. Por otro lado se encuentran las ecuaciones que describen la evolución de las variables estado: capital físico, capital empresarial y capital bancario. Finalmente se encuentran las ecuaciones de precios rígidos, la Regla de Taylor de la política monetaria y el proceso estocástico para las variables exógenas.

El modelo es calibrado utilizando los valores propuestos en BGG (1999), así como en alguna literatura relacionada para aquellos parámetros asociados a las variables financieras, específicamente Gertler y Karadi

(2011), Badarau y Popescu (2014) y Hirakata *et al.* (2015) (Tabla 3.1, apendice). Con el fin de hacer comprobables los resultados entre el modelo propuesto y el modelo de referencia sin fricción entre depositantes y banqueros, la calibración trató de usar los mismos valores de los parametros siempre que fuera posible. Adicionalmente, se garantizó que los valores y relaciones claves del modelo (como las relaciones C^T/y , i/y) en estado estacionario fuesen iguales o bastantes similares (Tabla 3.2).

De esta forma la tasa de descuento de los hogares se fijó en 0.99, la participación del capital en el producto en 0.35, mientras la participación del trabajo de empresarios y banqueros se fijó en 0.01 con el fin de minimizar el efecto de estas variables sobre el producto. La depreciación es de 0.023, ligeramente menor a su valor de referencia de 0.025. La probabilidad de supervivencia de los empresarios es de 0.96 y la de los banqueros de 0.88, valores que buscan disminuir el impacto del consumo de estos agentes sobre el producto.

Respecto a las variables financieras, su calibración buscó garantizar que en estado estacionario el *net worth* empresarial fuera lo más alto posible respecto al bancario, garantizando sin embargo que la relación entre consumo y producto se mantuviera en valores plausibles. Además se buscó que los niveles de apalancamiento de los empresarios fuesen menores a los bancarios, hecho que se verifica empíricamente en la mayoría de las economías. El *spread* entre el rendimiento medio del capital y la tasa libre de riesgo se fijó en 200 puntos básicos, siguiendo la literatura sobre acelerador financiero que calibra este valor para Estados Unidos. Así, en estado estacionario (Cuadro 2, apendice), la relación entre capital bancario y empresarial $N/M = 3,75^{10}$, la relación $QK/N = 1,4$, inferior a la propuesta en BGG, mientras el de $QK/M = 5,4$, similar al propuesto por Hirakata *et al.* (2015). En cuanto a los niveles de apalancamiento entre recursos externos e internos, los valores de estado estacionario corresponden a 0,427 para el caso de los empresarios y 0,601 para los banqueros. En cuanto a las variables reales, la relación entre el consumo total y el producto (C^T/Y) es de 0.86, mientras la relación $I/Y = 0.13$.

Finalmente, en cuanto a los parametros de precios y política monetaria, se fijó la probabilidad de cambiar precios por parte de las firmas minoristas en 0,75; en la Regla de Taylor se fijó el parametro autorregresivo en 0,4, el de la brecha de inflación en 1,5 y el de la brecha del producto en 0,3. Los dos primeros valores son similares a los propuestos por Badarau y Popescu (2014) para su regla de política, mientras el tercero es significativamente menor, aunque similar al utilizado por Gertler y Karadi (2011).

3.4.2 Un choque de productividad

Antes de estudiar los efectos de la política monetaria y con el fin de comprender la dinámica del modelo propuesto (*modelo con bancos*), se analiza un choque de productividad total agregada equivalente a una desviación estandar respecto a su valor de estado estacionario. Los resultados del modelo (Figura 3.1, línea continua), son coherentes con lo esperado, evidenciándose un aumento de la inversión incentivada por la mayor productividad marginal del capital, lo que eleva su precio (*figs. a y b*). De la misma forma, se aprecia un aumento en el consumo total, acompañado de una disminución en la oferta de trabajo de los hogares (*figs. c y d*), explicada por un mayor efecto sustitución respecto al ingreso. Como resultado de lo anterior el producto total aumenta (*fig. e*).

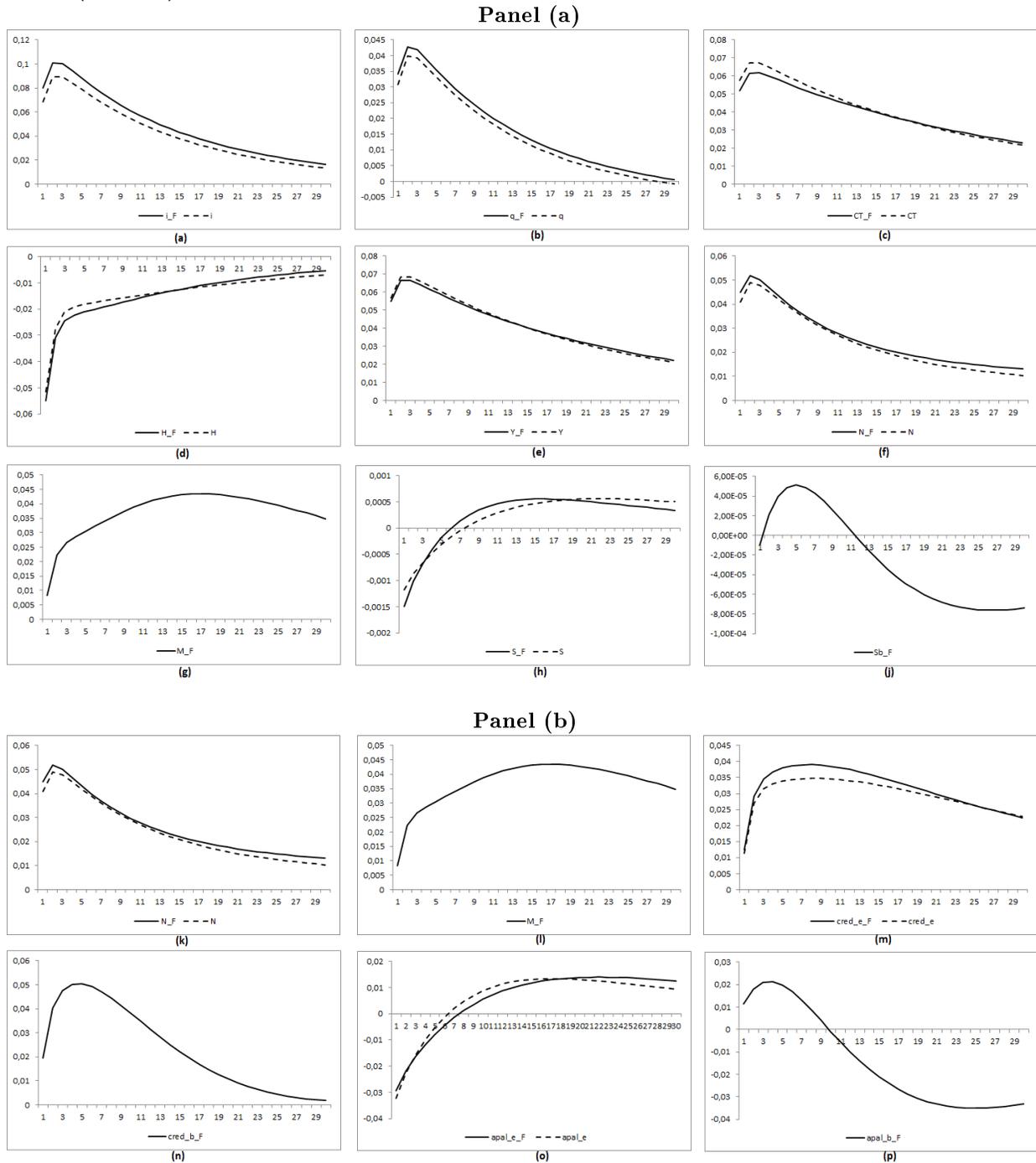
Al comparar los resultados del modelo propuesto y el modelo de referencia donde sólo existe fricción entre banqueros y empresarios (*modelo sin bancos*, Figura 3.1, línea punteada), se destacan algunos elementos importantes. En primer lugar, se aprecia claramente en ambos casos el mecanismo de acelerador financiero

¹⁰Hirakata *et al.* (2015), establece esta relación en 5.

propio de la estructura del modelo BGG (1999). La subida en el precio del capital derivada de la mayor demanda por inversión eleva el *net worth* empresarial disminuyendo la prima cobrada por los bancos (*figs. f y h*), lo que impulsa nuevamente la inversión. Ahora bien, el aumento del precio del capital favorece igualmente el capital bancario (*fig. g*) generandose una especie de segundo acelerador financiero. La mayor disponibilidad de recursos por parte de la banca, en conjunto con una mayor demanda de depósitos (o crédito bancario, *fig. m*), aunque eleva ligeramente el costo de financiamiento externo de los bancos (*fig. i*), les permite incrementar el crédito empresarial (*fig. l*) y la inversión en una magnitud superior a la del modelo de referencia.

Es importante notar que el nivel de apalancamiento empresarial (QK/N) disminuye (*fig. n*) aunque aumente su demanda de crédito, lo que se explica por el mayor aumento de su *net worth* respecto al crédito, evidenciando el interés de los empresarios por disminuir en todo momento su nivel de financiamiento externo. Caso contrario ocurre con el apalancamiento bancario ($QK - N - M/M$), que aumenta frente al choque debido a la mayor demanda de recursos por parte de los empresarios que debe ser financiada con mayores depósitos, lo que nuevamente explica el aumento del *premium* externo en este caso. Finalmente, aunque la inversión aumenta en mayor medida en el modelo con bancos, lo contrario ocurre para el consumo total y el trabajo, lo que explica por qué el producto termina reaccionando menos en este caso, aunque con una persistencia ligeramente mayor.

Figure 3.1: Choque de productividad: Efectos sobre las variables agregadas (panel a) y bancarias (panel b)



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta de un choque positivo a la productividad total para el modelo sin bancos (línea punteada) y el modelo con bancos (línea continua). Las variables incluidas son: inversión (i), precio del capital (q), consumo total (CT), trabajo de las familias (H), producto (Y), net worth empresarial (N), capital bancario (M), premium financiero empresarial (SF), premium financiero bancario (Sb); y las variables financieras: crédito empresarial ($cred_e$), depósitos ($cred_b$), apalancamiento empresarial ($apal_e$) y apalancamiento bancario ($apal_b$). Los valores se encuentran en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual de la desviación debe multiplicarse por 100.

3.4.3 Política monetaria convencional y no convencional

Para comprender la forma en que opera la política monetaria no convencional y sus diferencias respecto a la política convencional de intervención a través de la tasa de interés nominal, en este apartado se realiza un experimento que consiste en suponer un choque de productividad negativo sobre la economía, acompañado de intervenciones alternativas del Banco Central como hacedor de política monetaria con el fin de impulsar la recuperación del producto. La política monetaria convencional se encuentra resumida en la existencia de una Regla de Taylor que reacciona a las brechas de producto e inflación, como se describe en 3.19. Por su parte, la política monetaria no convencional se entiende como la inyección directa de recursos por parte del Banco Central a los bancos comerciales contra su propio patrimonio, con el fin de aumentar el nivel de capital de estos últimos. De esta forma se busca reproducir aquellos programas implementados durante la primera parte de la crisis financiera de 2008 por parte de la FED en el marco del *QE*, como créditos directos, especiales y los apoyos como LoLR.

Específicamente, se simulan tres escenarios de política alternativos: en el primer caso, se supone una baja intervención de las autoridades monetarias a través de la tasa de interés nominal (política convencional), asumiendo que estas no reaccionan a la brecha del producto y lo hacen de manera más baja a la brecha de inflación. Para este fin los parámetros de la Regla de Taylor se fijaron en $\theta^\pi = 1.06$ y $\theta^y = 0^{11}$. En el segundo caso, se asume una política monetaria convencional activista de alta intervención, de tal forma que los parámetros de la Regla de Taylor se fijan a sus valores iniciales, $\theta^\pi = 1.5$ y $\theta^y = 0.3$. Finalmente, para considerar el caso de la política monetaria no convencional, y siguiendo la línea de trabajos como los de Dib (2010) y Güntner (2015)¹², se supone nuevamente un comportamiento poco activo del Banco Central en términos de la tasa de interés nominal, sin embargo, sí reacciona de manera activa inyectando capital directamente a los bancos, de tal forma que la ecuación de acumulación de capital bancario se reescribe en este caso como:

$$M_{t+1} = \theta^b V_t^b + W_t^b + A_t^M \quad (3.20)$$

Donde A_t^M es la inyección de capital realizada por el Banco Central a los bancos. Tomando en cuenta que la política monetaria no convencional se implementó fundamentalmente para facilitar la recuperación económica, sin tomar en cuenta consideraciones relacionadas con la inflación, se supone que esta responde de manera exclusiva a la brecha del producto, así:

$$A_t^M = \theta^M (y_t - y_{ss}) \quad (3.21)$$

La Figura 3.2 muestra los impulso respuesta del modelo con bancos frente al choque de productividad y las distintas reacciones de política. Analizando inicialmente los efectos del choque de productividad en los escenarios de intervención convencional en materia de política monetaria (baja y alta intervención), se aprecia que sus dinámicas *on impact* son bastante similares a las descritas en el apartado anterior, aunque en este caso operan en sentido contrario. Así se observa una contracción de la inversión (*fig. f*) debido a la caída en

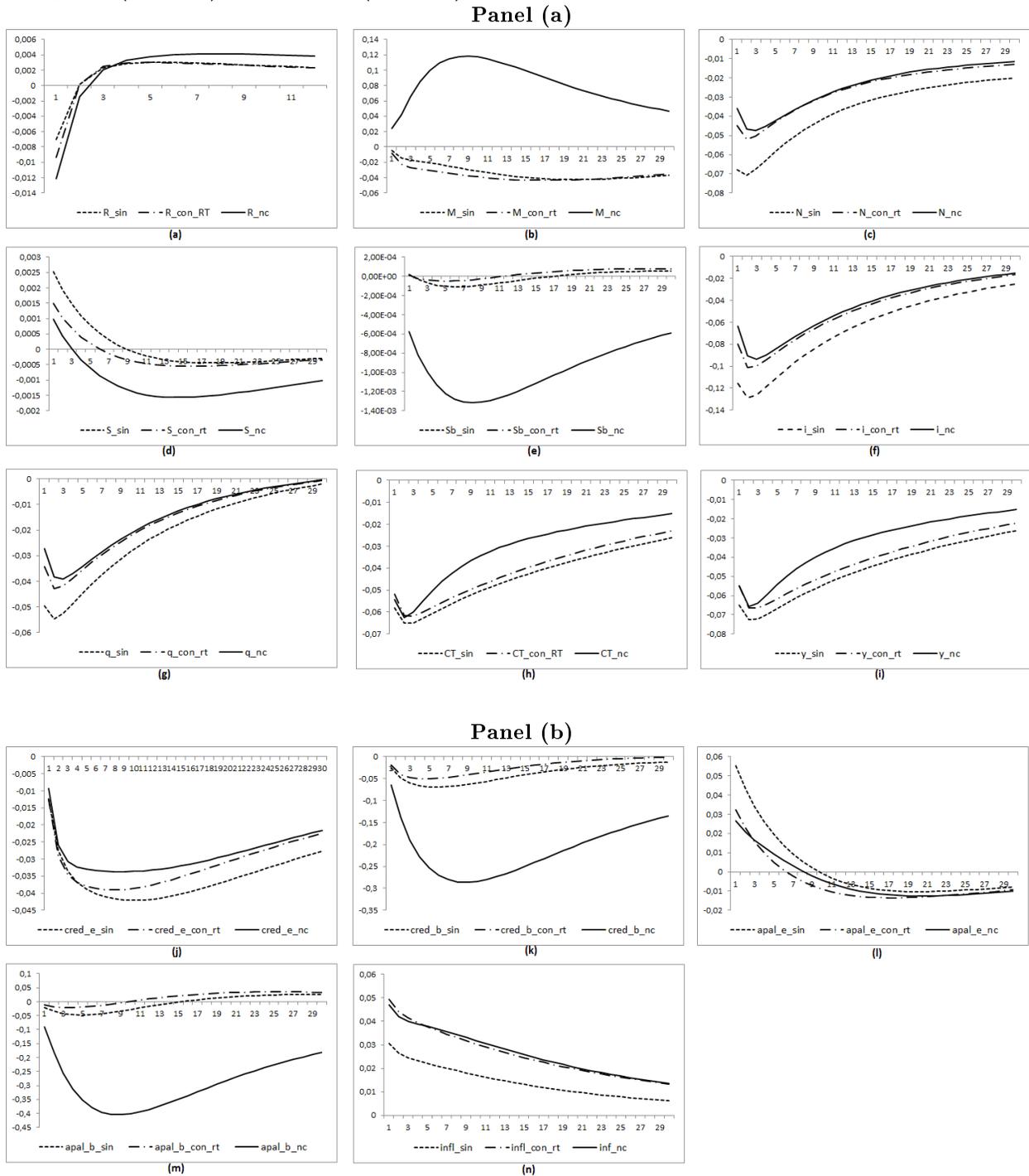
¹¹Dada la estructura del modelo, no es posible eliminar completamente la Regla de Taylor asignando valores de cero a sus parámetros. Sin embargo, en este caso se consideraron los valores mínimos de cada uno de estos que garantizaran la estabilidad dinámica del modelo.

¹²Modelos más realistas como el de Gertler y Karadi (2011) incorporan la emisión de títulos de deuda para financiar estos recursos, los cuales son adquiridos por los hogares. Aunque la propuesta aquí presentada es menos refinada, cumple con su propósito de analizar el impacto de los apoyos directos a las instituciones financieras.

la productividad de los factores de producción, efecto que se amplifica por la caída de los niveles de capital bancario y empresarial (*figs. b y c*), que encarecen el crédito externo para empresarios y ligeramente para los banqueros (*figs. d y e*), ya que el menor capital está acompañado a su vez por menos demanda de crédito de los empresarios. Como consecuencia de lo anterior, se observa una caída en el precio del capital, el consumo y el producto (*figs. g, h, i*). En cuanto a las variables financieras, se verifica un aumento del apalancamiento de los empresarios a pesar de la disminución en su demanda de crédito (*figs. j y l*), efecto que se explica por la mayor contracción del *net worth* empresarial, mientras lo contrario ocurre para el caso de los bancos, quienes disminuyen su nivel de apalancamiento en medio de una contracción de la demanda de depósitos (*figs. k y m*).

La principal diferencia entre ambas políticas, como era de esperarse, está asociada a la magnitud de los choques. Así, se aprecia como las caídas de la tasa de interés real (*fig. a*), la inversión, el precio del capital y el producto son menores ante el mayor activismo de la política monetaria. Esto se explica fundamentalmente porque la mayor reacción de la Regla de Taylor implica una caída mayor de la tasa de interés real, pero al mismo tiempo una menor caída del precio del capital, suavizando por esta vía la caída de los niveles de capital empresarial y bancario, elementos que limitan el aumento en el *premium* externo para los empresarios, la caída del crédito empresarial y por esta vía la inversión. Aunque la caída del capital empresarial es similar en ambos casos, el apalancamiento aumenta menos frente a la política monetaria más activa, ya que la caída del *net worth* empresarial es menor. Así mismo, el crédito empresarial inicia su recuperación más pronto. En cuanto a la velocidad de convergencia al estado estacionario, los resultados no permiten evidenciar grandes diferencias en las variables reales, aunque en las variables financieras sí se presentan diferencias en aquellas variables asociadas al *net worth* empresarial, como el crédito, el *premium* externo de los empresarios y el apalancamiento empresarial.

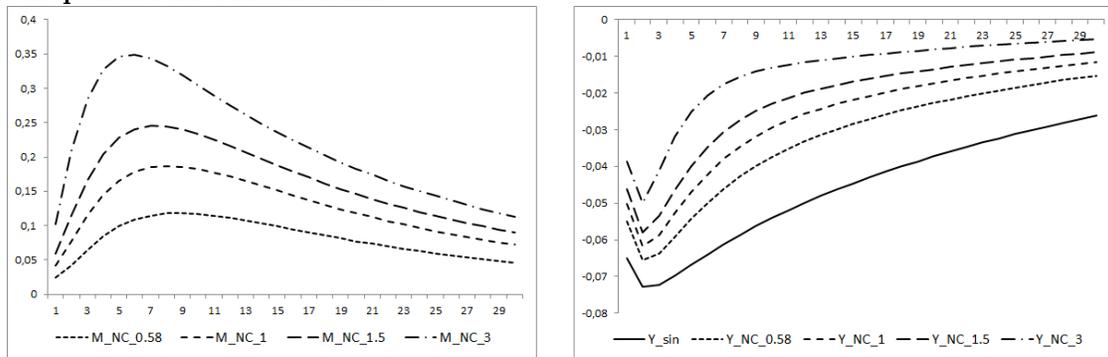
Figure 3.2: Política monetaria convencional y no convencional: Efectos sobre las variables agregadas (Panel a) y bancarias (Panel b)



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta ante un choque negativo de productividad sobre el modelo con bancos y tres reacciones de política monetaria alternativas: sin Regla de Taylor (línea punteada); con Regla de Taylor (línea semi-continua) y con política monetaria no convencional (línea continua). Las variables analizadas son: tasa de interés real (R), capital bancario (M), net worth empresarial (N), premium financiero empresarial (S), premium financiero bancario (S_b), inversión (i), precio del capital (q), consumo total (CT), producto (Y), crédito empresarial ($cred_e$), depósitos ($cred_b$), apalancamiento empresarial ($apal_e$), apalancamiento bancario ($apal_b$) e inflación (inf). Los valores se encuentran en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

La dinámica de la economía en el caso de la política monetaria no convencional presenta diferencias importantes, asociadas específicamente al comportamiento del capital bancario. Así, la contracción del producto ocasionada por el choque de productividad genera una reacción de la Banca Central, que comienza a inyectar capital a los bancos, de tal forma que este comienza a aumentar de manera sistemática hasta alcanzar un máximo de 12% respecto a su nivel de estado estacionario (*fig. b*). El aumento en el capital bancario hace que el precio del capital caiga en menor magnitud en este caso, lo que al mismo tiempo limita la caída del capital empresarial. Como consecuencia de lo anterior, además de una mayor caída de la tasa de interés real, se observa una caída en el *premium* externo de los bancos, y un aumento menor del *premium* de los empresarios. Todo esto implica una caída menor de la inversión y el consumo, elementos que favorecen el producto, tanto en términos de su caída *on impact*, como su recuperación al estado estacionario. Obviamente esta dinámica tiene efectos en las variables financieras, donde se aprecia una contracción menor del crédito de los empresarios, acompañado de un menor aumento de su apalancamiento. En el caso de los bancos, se observa una gran caída de la demanda de depósitos, lo que se explica en la medida en que están obteniendo financiamiento alternativo de parte del Banco Central. Esto se traduce igualmente en una caída importante de sus niveles de apalancamiento.

Figure 3.3: **Variaciones del capital bancario y producto frente a calibraciones alternativas del la regla de política no convencional**



Se presentan las recciones del capital bancario (M) y el producto (y) frente a un choque negativo de productividad acompañado por una política monetaria no convencional con diferentes valores del parámetro de reacción ante la brecha del producto

Obviamente la política monetaria no convencional tiene costos asociados importantes. En materia de inflación (*fig. n*), los resultados muestran un mayor nivel y persistencia en este caso en comparación con las políticas convencionales, siendo esta bastante significativa al compararse con la política de baja intervención. La explicación para esto radica en el hecho que la política no convencional, además de limitar la caída de la inversión, favorece el consumo total a través del aumento del consumo bancario y la menor caída del empresarial y de los hogares, elementos que en conjunto presionan la demanda agregada. Por otro lado, esta política implica costos en términos de recursos patrimoniales al Banco Central, que dependen fundamentalmente de su grado de activismo frente a las caídas del producto. La Figura 3.3 muestra la reacción del capital bancario y el producto ante distintos parámetros de la regla de reacción del Banco Central señalada en 3.21. Como era de esperarse, en la medida en que la política es más activa, es decir, mayor es el valor del parámetro θ^M , menor es la caída del producto y más rápida su recuperación. Sin embargo, esto implica una mayor transferencia de recursos a los bancos, lo que se aprecia al ver el aumento del capital bancario en cada caso, donde se alcanza un aumento máximo de 35% cuando el parámetro es igual a 3.

3.4.4 Deterioro del capital bancario y políticas macroprudenciales

Cada vez es mas clara la importancia del capital bancario para el buen desempeño económico. Trabajos como los de Gertler y Karadi (2011), Iacoviello (2015) y Hirakata *et al.* (2014), muestran cómo la caída en el nivel de capital bancario puede ser una explicación para el deterioro de la actividad económica. Por otro lado, muchas de las normativas implementadas en los Acuerdos de Basilea se centran en los niveles “adecuados” de capital bancario, de tal forma que los nuevos lineamientos relacionados con el mantenimiento de la estabilidad financiera buscan aumentar los requerimientos de capital mínimos para la banca y demás agentes del sistema. Al mismo tiempo, se habla de la una nueva política macroeconómica que tome en cuenta en sus decisiones los efectos sobre el sistema financiero y cómo estos pueden afectar la dinámica económica, lo que se ha denominado política “macroprudencial”.

Los resultados de los ejercicios anteriores muestran como un choque de productividad genera una contracción de capital bancario que afecta la capacidad de inversión y crecimiento de la economía al restringir la oferta de crédito empresarial y encarecer los recuos a todos los agentes económicos. Por el contrario, una política como el *QE*, que permite el aumento del capital bancario, favorece el crecimiento de la inversión y el producto al disminuir el *premium* financiero para empresarios y banqueros y por esta vía impulsar el crédito. Estos resultados sugieren entonces que los niveles de capital bancario deberían ser considerados al momento de tomar decisiones de política económica, no sólo para garantizar la estabilidad financiera, sino además el crecimiento económico.

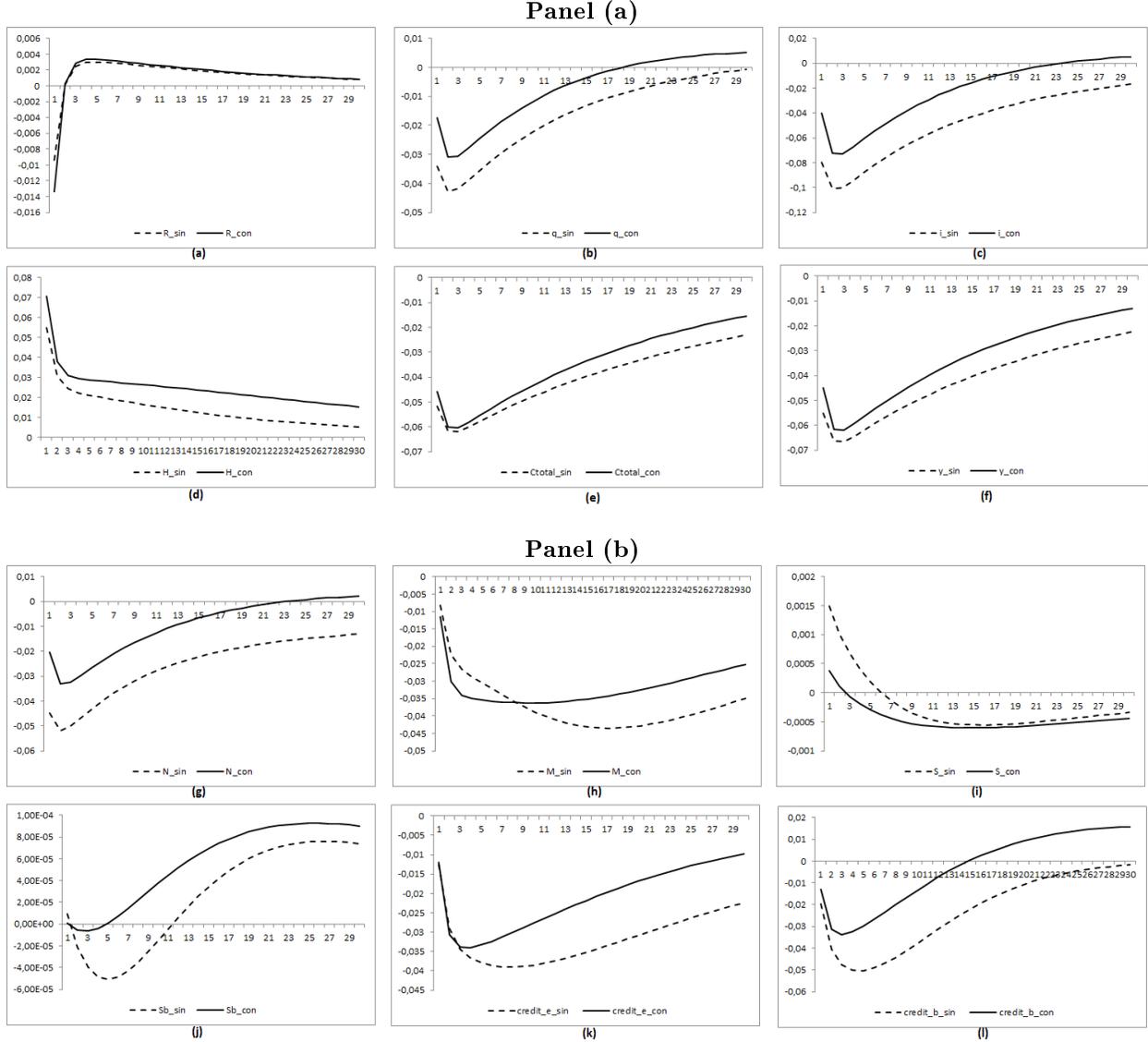
Desde esta perspectiva, un último experimento que se propone es la incorporación de la brecha del capital bancario en una Regla de Taylor convencional. La intuición detrás de esto es que las caídas del capital bancario por debajo de un valor de referencia deseado (en este caso su valor de estado estacionario), puede afectar el crecimiento económico, de tal manera que resulta conveniente para las autoridades reaccionar a través de la disminución de la tasa de cambio nominal para abaratar el crédito bancario y por esta vía aumentar nuevamente el producto. Formalmente, la Regla de Taylor ampliada se escribe como:

$$R_t^n = \rho_0 R_{t-1}^n + \theta^\pi (\pi_t - \pi_{ss}) + \theta^y (y_t - y_{ss}) + \theta^M (M - M_{ss}) \quad (3.22)$$

Donde el parametro θ^M mide el grado de activismo del *policy maker* respecto a la brecha del capital bancario. Se consideraron entonces dos ejercicios alternativos para evaluar el efecto de la inclusión de la brecha del capital bancario en la Regla de Taylor sobre la economía: un choque de productividad negativo equivalente a una desviación estandar y un choque negativo sobre el capital bancario equivalente a una caída *on impact* del 2%. Una distinción importante en ambos ejercicios es el grado de activismo de la política, ya que para el primero se estableció un valor de $\theta^M = 0.5$, mientras en el segundo este fue de $\theta^M = 0.05$. La razón para esto es que en el segundo caso el efecto de la política sobre el producto es mucho más fuerte, de tal forma que un mayor grado de activismo incluso genera que ante un choque negativo del capital el producto aumente, lo que no tiene sentido práctico.

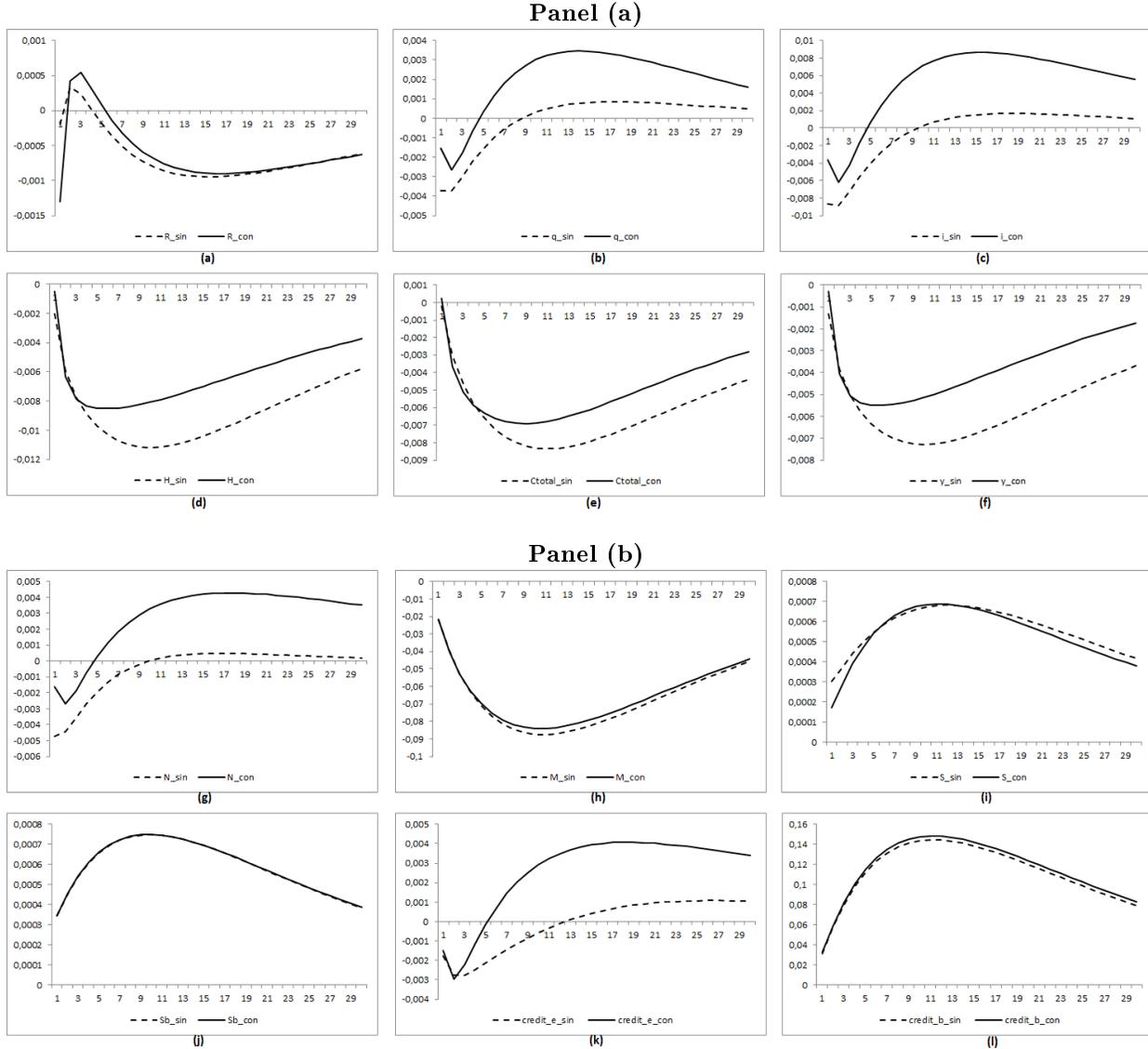
Los resultados obtenidos en ambos ejercicios (Figuras 3.4 y 3.5, línea continua) muestran que la mayor reacción de la tasa de interés nominal y real (*fig. a*) ante caídas en el capital bancario, disminuyó no sólo la caída *on impact* de todas las variables respecto al caso de Regla de Taylor convencional (línea punteada), sino que además aceleraron su convergencia hacia el estado estacionario, generando incluso una sobrerreacción transitoria.

Figure 3.4: Respuestas ante un choque negativo de productividad con y sin capital bancario en la Regla de Taylor. Variables agregadas (a) y financieras (b)



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta del modelo con bancos ante un choque de productividad negativo con una Regla de Taylor convencional (línea punteada) y una Regla de Taylor aumentada incorporando las desviaciones del capital bancario (línea continua). Las variables analizadas son: tasa de interés real (R), precio del capital (q), inversión (i), trabajo de las familias (H), consumo total ($CTotal$), producto (y), net worth empresarial (N), capital bancario (M), premium financiero empresarial (S), premium financiero bancario (Sb), crédito empresarial ($credit_e$) y depósitos ($credit_b$). Los valores se encuentran en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

Figure 3.5: Respuestas a un choque negativo de capital bancario con y sin reacción en la Regla de Taylor. Variables agregadas (a) y financieras (b)



Se presentan los ejercicios de impulso-respuesta del modelo con bancos ante un choque negativo en el capital bancario del 2% on impact con una Regla de Taylor convencional (línea punteada) y una Regla de Taylor aumentada incorporando las desviaciones del capital bancario (línea continua). Las variables analizadas son: tasa de interés real (R), precio del capital (q), inversión (i), trabajo de las familias (H), consumo total ($CTotal$), producto (y), net worth empresarial (N), capital bancario (M), premium financiero empresarial (S), premium financiero bancario (S_b), crédito empresarial ($credit_e$) y depósitos ($credit_b$). Los valores se encuentran en desviaciones respecto al estado estacionario. Para obtener el valor porcentual debe multiplicarse por 100.

De manera más específica, en el caso del choque negativo de productividad, el mecanismo de transmisión de la política es el esperado: el choque negativo genera una caída del costo del capital, la inversión, el producto, el capital empresarial y bancario (Figura 3.4, *figs. b, c, f, g y h*). La caída de este último ocasiona una mayor reacción de la política monetaria, que se traduce a su vez en una caída más fuerte de la tasa de interés real, limitando el aumento del costo de financiamiento externo para los empresarios y banqueros (*figs. i y j*) en comparación con el caso 29 convencional. Igualmente sucede con el precio del capital, lo que favorece la recuperación del *net worth* empresarial y bancario, y por esta vía de la inversión y el producto, que cae un

punto porcentual menos *on impact* y se recupera más rápidamente.

El mecanismo anterior se mantiene para el caso del choque negativo sobre el capital bancario, evidenciándose una caída de la inversión y el producto. Sin embargo en este caso el costo del financiamiento externo de los bancos aumenta de manera más fuerte debido a que el choque afecta de manera directa al capital bancario (Figura 3.5, *fig. h*). Frente a la mayor contracción del capital, la tasa de interés nominal y real (*fig. a*) reaccionan de manera más severa (aún con un grado de activismo menor de la política monetaria), lo que acelera la recuperación de la inversión, el precio del capital físico, el capital empresarial y el producto. De hecho, estas variables sobrereaccionan y rápidamente presentan valores positivos antes de iniciar su convergencia al estado estacionario.

Los resultados anteriores sugieren que el seguimiento de variables financieras, como el nivel de capitalización del sistema, no sólo permiten velar por la estabilidad del sistema financiero, sino que además su consideración al momento de tomar decisiones de política monetaria pueden suavizar el efecto de choques negativos exógenos sobre la economía, mostrando las bondades de la política macroprudencial, lo que podría evitar la necesidad de implementar medidas más severas como el *QE*, que sólo operó una vez el colapso del sistema fue inminente y el margen de la política monetaria convencional había desaparecido completamente.

3.5 Conclusiones

La crisis financiera de 2008 cambió de manera radical varios de los presupuestos con los que trabajaba la macroeconomía, entre ellos, la forma de hacer política monetaria. En efecto, los programas de *QE* implementados por la FED para impulsar la recuperación de la economía de Estados Unidos se han convertido en un nuevo paradigma en materia de política económica, de tal forma que en la actualidad Bancos Centrales tan prestigiosos como los de Reino Unido, La zona Euro y Japón han implementado políticas similares buscando recuperar la actividad de sus economías. Al mismo tiempo, la crisis demostró que la visión convencional de que la estabilidad de precios era garante de la estabilidad financiera, especialmente en los países desarrollados donde existen mercados financieros altamente competitivos y profundos, era incompleta, abriendo el debate sobre la necesidad de incorporar objetivos de este tipo en las funciones de reacción de los hacedores de política. Aunque el debate sobre la efectividad de la política monetaria no convencional ha sido bastante amplio entre los hacedores de política, la literatura económica al respecto aún es escasa.

En este trabajo se propone un modelo DSGE que busca comprender, en primera instancia, la efectividad de la política monetaria no convencional para recuperar el canal del crédito y por esta vía el crecimiento económico. En segundo lugar, evalúa la efectividad de una política macroprudencial orientada a evitar desviaciones drásticas del capital bancario respecto a su nivel de largo plazo. Una de las principales novedades de este modelo radica en la incorporación de una doble asimetría en el sistema financiero entre depositantes, banqueros y empresarios, que hace que la curva de oferta agregada de capital físico dependa no sólo del nivel de *net worth* empresarial, sino además del nivel de capital bancario. Como consecuencia, se presenta un mecanismo de “doble acelerador financiero”, de tal forma que los choques tanto de oferta (productividad) como de demanda (tasa de interés nominal) que impulsen la inversión, generan a su vez una expansión de ambos tipos de capital, lo que disminuye el *premium* externo de banqueros y empresarios reforzando el impulso sobre la inversión respecto a un modelo de referencia donde sólo existen fricciones financieras entre los intermediarios financieros y los empresarios.

Respecto a la política monetaria no convencional, se supone que el Banco Central está en capacidad de inyectar recursos a los bancos contra su propio patrimonio con el fin de aumentar sus niveles de capitalización. Esta visión, aunque simplificada, permite analizar los efectos de programas como los de LoLR o créditos directos implementados por la FED en la parte más crítica de la crisis financiera. Los resultados muestran que efectivamente la recuperación del capital bancario genera una expansión de la inversión que se ve favorecida por el mecanismo de acelerador financiero en la medida en que esta política impulsa no sólo el capital bancario sino además el empresarial. Además, favorece los indicadores de la banca, al generar un efecto de retroalimentación en la acumulación de capital bancario (más capital bancario impulsa la inversión y el crédito lo que impulsa la acumulación de capital), disminuyendo sus niveles de apalancamiento. Contrario a lo anterior, política monetaria convencional desfavorece la acumulación de capital bancario, ya que disminuye la demanda de capital por parte de los empresarios pero aumenta el costo de los depósitos. Esta dinámica diferencial del capital bancario en ambos casos hace que la persistencia de las políticas respecto al producto sera diferenciada, alcanzando mayor duración la política no convencional.

Los resultados son igualmente favorables al analizar el impacto de la implementación de una política macroprudencial en la Regla de Taylor que tenga en consideración las desviaciones negativas del capital bancario respecto a su valor de equilibrio. Los resultados muestran una caída menor *on impact* de las principales variables reales en relación con el caso convencional así como una convergencia al estado estado estacionario más acelerada. Una caída súbita del capital bancario genera una disminución de la tasa de interés nominal y real que impulsa la inversión y el precio del capital físico. Este aumento limita la caída de ambos tipos de capital, de tal forma que impide un deterioro aún mayor del sistema financiero, pero al mismo tiempo impulsa la recuperación de la economía. Este hallazgo se encuentra en línea de trabajos como el de Dib (2010) y Günter (2015), quienes encuentran que los programas de capitalización directa de la banca tienen alta efectividad al momento de superar la crisis económica.

El modelo presente algunas limitaciones que se convierten en líneas de trabajo futuro, como el supuesto de que la política monetaria no convencional puede hacerse sin ningún costo directo, o la manera de considerar la la estabilidad financiera sólo a partir de sus niveles de capital. Sin embargo, los resultados dan cuenta de la importancia de tener en cuenta la evolución del capital bancario por parte de los hacedores de política económica, no sólo como una forma de fortalecer sus objetivos de estabilidad financiera, sino además para evitar o superar una crisis financiera que comprometa el crecimiento económico de largo plazo.

Apéndice 1. Condiciones de primer orden del problema del empresario productor de inversión

Siguiendo a BGG (1999), se asume la existencia de un sector competitivo productor de capital. En este, las firmas compran unidades de producto como *input* y lo combinan con capital rentado para producir nuevo capital, utilizando una función de producción. Este capital es vendido al precio Q . Formalmente, el problema de un empresario representativo será:

$$Max \Pi^i = Q_t \phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) K_t - I_t - (\bar{Q}_t - Q_t) K_t$$

Las condiciones de primer orden implican que:

$$\phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) = \phi' \left(\frac{I_t}{K_t} \right) \frac{I_t}{K_t}$$

$$Q_t = \frac{1}{\phi' \left(\frac{I_t}{K_t} \right)}$$

Reemplazando:

$$\phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) = \frac{I_t}{Q_t K_t}$$

Si la función de producción es $\phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) = \theta \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{\alpha_1}$, entonces esta condición equivale a:

$$Q_t = \frac{1}{\theta} \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{1-\alpha_1}$$

Por otro lado, la ecuación de movimiento de capital se escribe como:

$$K_{t+1} = \theta \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{\alpha_1} K_t + (1 - \delta) K_t$$

Tal que:

$$K_{t+1} = \theta I_t^{\alpha_1} K_t^{1-\alpha_1} + (1 - \delta) K_t$$

Apéndice 2. Derivación de las expresiones de los *net worth* empresarial y bancario

Para deducir la evolución del *net worth* empresarial, debe tenerse en cuenta en primer lugar que en el óptimo debe garantizarse que las restricciones de participación de los banqueros y depositantes estén saturadas. Esto implica para el caso del banquero que:

$$[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} R_t^k Q_{t-1} K_t = R_t^p M_{t+1} + (1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* R_t^k Q_{t-1} K_t - (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t \quad (3.23)$$

Por su parte, garantizando igualmente que los beneficios esperados de los depositantes deben ser iguales a su costo de oportunidad, puede escribirse de (3.10):

$$(1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* R_t^k Q_{t-1} K_t = R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) - (1 - \gamma) (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t \quad (3.24)$$

Reemplazando (3.23) en (3.24):

$$[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} R_t^k Q_{t-1} K_t = R_t^p M_{t+1} + R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) - (1 - \gamma) (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t \implies$$

$$[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} R_t^k Q_{t-1} K_t = R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t) - \left[(1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - \gamma (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t \right] \quad (3.25)$$

Reemplazando (3.25) en (3.8), se tiene:

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} - R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t) + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - \gamma (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t \implies$$

$$\Pi^e = R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} - R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t) - \mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - [\gamma + \mu (1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t$$

Finalmente, la evolución de los beneficios empresariales puede escribirse como:

$$V_t = R_{t+1}^k Q_t K_{t+1} - \left\{ R_t^p + \frac{[\mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [\gamma + \mu (1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega] R_t^k Q_{t-1} K_t}{(Q_{t-1} K_t - N_t)} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t)$$

Donde $\frac{[\mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [\gamma + \mu (1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega] R_t^k Q_{t-1} K_t}{(Q_{t-1} K_t - N_t)}$ representa el *premium* financiero que cobran los banqueros a los empresarios debido a las asimetrías de información, y corresponde al valor de los costos de *monitoring* de los banqueros a los empresarios más los mismos costos de depositantes a banqueros, por unidad de crédito otorgado.

De manera similar, puede obtenerse la ecuación de movimiento del capital bancario. Para ello, debe tenerse en cuenta que su función de beneficios esperados es igual a:

$$[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} R_t^k Q_{t-1} K_t + (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - (1 - \mu) [1 - F(\omega^*)] \omega^* R_t^k Q_{t-1} K_t \quad (3.26)$$

Utilizando la expresión obtenida en (3.24) y combinando con (3.26), se tiene:

$$[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} R_t^k Q_{t-1} K_t + (1 - \mu) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t + (1 - \gamma) (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t)$$

Agrupando términos, se obtiene:

$$V_t^b = \left[(1 - F(\bar{\omega})) \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^k Q_{t-1} K_t - \gamma (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t - R_t^p (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) \implies$$

$$V_t^b = \left\{ [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right\} R_t^k Q_{t-1} K_t - \left[R_t^p + \frac{\gamma (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t} \right] (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) \quad (3.27)$$

Donde, de manera equivalente, el término $\frac{\gamma (1 - \mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t}$ muestra el *premium* financiero que cobran los depositantes a los banqueros debido a los problemas de información asimétrica.

Apéndice 3: Sistema de ecuaciones del modelo

Las ecuaciones que caracterizan el modelo son:

Demanda agregada:

$$Y_t = C_t + C_t^e + C_t^b + I_t + \mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [\gamma + \mu(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \quad (3.28)$$

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{C_{t+1}} R_{t+1}^d \right] \quad (3.29)$$

$$C_t^e = (1 - \gamma^e) V_t^e \quad (3.30)$$

$$C_t^b = (1 - \gamma^b) V_t^b \quad (3.31)$$

$$E_t \left(R_{t+1}^k \right) = E_t \left(\frac{1/X_{t+1} (\alpha Y_{t+1}/K_{t+1}) + Q_{t+1} (1 - \delta)}{Q_t} \right) \quad (3.32)$$

$$E_t \left(\frac{R_{t+1}^k}{R_t} \right) = \frac{n \bar{\omega} (\bar{\omega}_{t+1}) g_{\omega^*} (\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1})}{\left[n (\bar{\omega}_{t+1}) g_{\bar{\omega}} (\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) h_{\omega^*} (\omega_{t+1}^*) - n \bar{\omega} (\bar{\omega}_{t+1}) g (\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) h_{\omega^*} (\omega_{t+1}^*) + n \bar{\omega} (\bar{\omega}_{t+1}) g_{\omega^*} (\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) h (\omega_{t+1}^*) \right]} \quad (3.33)$$

$$E_t \left(\frac{R_{t+1}^k}{R_t} \right) = \frac{Q_t K_{t+1} - M_{t+1} - N_{t+1}}{h(\omega_{t+1}^*) Q_t K_{t+1}} \quad (3.34)$$

$$\frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} = E_t \left(\frac{R_t}{R_{t+1}^k} \right) \frac{M_{t+1}}{g(\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) N_{t+1}} \quad (3.35)$$

$$Q_t = \frac{1}{\theta} \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{1-\alpha_1} \quad (3.36)$$

Oferta agregada:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha \left[H_t^\Omega (H_t^e)^{\Omega_1} (H_t^b)^{1-\Omega-\Omega_1} \right]^{1-\alpha} \quad (3.37)$$

$$(1 - \alpha) \Omega \frac{Y_t}{H_t} = X_t W_t \quad (3.38)$$

$$(1 - \alpha) \Omega_1 \frac{Y_t}{H_t^e} = X_t W_t^e \quad (3.39)$$

$$(1 - \alpha) (1 - \Omega - \Omega_1) \frac{Y_t}{H_t^b} = X_t W_t^b \quad (3.40)$$

$$\frac{W_t}{C_t} = \xi \frac{1}{1 - H_t} \quad (3.41)$$

Evolución de las variables estado:

$$k_{t+1} = \theta I_t^{\alpha_1} K_t^{1-\alpha_1} + (1 - \delta) K_t \quad (3.42)$$

$$N_{t+1} = \gamma^e V_t + W_t^e \quad (3.43)$$

$$V_t = R_t^k Q_{t-1} K_t - \left\{ R_t^p + \frac{\left[\mu \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \mu(1-\gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t) \quad (3.44)$$

$$M_{t+1} = \gamma^b V_t^b + W_t^b \quad (3.45)$$

$$V_t^b = \left\{ \left\{ [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right\} R_t^k Q_{t-1} K_t - \left\{ R_t^p + \frac{\gamma(1-\mu) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t} \right\} \right\} (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) \quad (3.46)$$

Política monetaria y variables exógenas:

$$P_t^N = \frac{\theta_p}{\theta_p - 1} \Lambda_t P_t^{1+\theta_p} s_t y_t + \beta \chi E_t \left[\pi_{t+1}^{\theta_p} P_{t+1}^N \right] \quad (3.47)$$

$$P_t^D = \Lambda_t P_t^{\theta_p} y_t + \beta \chi E_t \left[P_{t+1}^D \right] \quad (3.48)$$

$$R_t^n = \rho_0 R_{t-1}^n + \theta^\pi (\pi_t - \pi_{ss}) + \theta^y (y_t - y_{ss}) \quad (3.49)$$

$$A_t = \rho_3 A_{t-1} + \varepsilon_t^A \quad (3.50)$$

Apéndice 4: Calibración y estado estacionario

Table 3.1: Calibración del modelo con doble fricción financiera y modelo de referencia

Parámetro	Doble fricción	Referencia	Descripción
μ	0.2	0.2	Costo de <i>monitoring</i> de bancos a empresarios
γ	0.25	-	Costo de <i>monitoring</i> de depositantes a bancos
σ_ω	0.56	0.56	Desviación estandar variable aleatoria ω
μ_ω	0.86	0.86	Media variable aleatoria ω
β	0.99	0.99	Factor de descuento hogares
α	0.35	0.35	Participación del capital en el producto
Ω	0.98	0.99	Participación del trabajo de los hogares en el producto
Ω_1	0.01	0.01	Participación del trabajo de los empresarios en el producto
χ	0.75	0.75	Probabilidad de ajustar precios
θ^p	6	6	Elasticidad precio-demanda del bien final
θ^π	1.5	1.5	Coefficiente de la brecha de inflación en la Regla de Taylor
θ^y	0.3	0.3	Coefficiente de la brecha de producto en la Regla de Taylor
γ^b	0.88	-	Probabilidad de supervivencia de los banqueros en cada período
γ^e	0.96	0.96	Probabilidad de supervivencia de los empresarios en cada período
δ	0.023	0.028	Tasa de depreciación del capital
θ^k	0.2	0.2	Parametro de escala en la función de producción de capital
α^k	0.57	0.55	Participación de la inversión en la producción de capital
ε^h	2.17	1.75	Contribución del ocio en la función de utilidad de los hogares
ρ	0.95	0.95	Persistencia del choque tecnológico
ρ^m	0.95	0.95	Persistencia del choque al capital bancario

Table 3.2: Valores de estado estacionario modelo con doble fricción financiera y referencia

Variable	Doble fricción	Referencia	Descripción
N	3.0	2.5	<i>Net worth</i> empresarial
m	0.8	-	Capital bancario
q	1	1	Precio del capital
s	1.02	1.02	<i>Spread</i> de la tasa de interés
ω^*	0.138	-	Valor mínimo de pago a los depositantes
$\bar{\omega}$	0.301	0.284	Valor mínimo de pago a banqueros
K	4.3	3.6	<i>Stock</i> de capital
g	0.1832	0.2966	Beneficios esperados banqueros
h	0.1102	-	Beneficios esperados depositantes
n	0.7061	0.6985	Beneficios esperados empresarios
c^b	0.00022	-	Consumo banqueros
c^e	0.00031	0.005	Consumo empresarios
H	0.3	0.3	Trabajo familias
H^b	1	-	Trabajo banqueros
H^e	1	1	Trabajo empresarios
R^d	1.0101	-	Tasa de interés de los depósitos
R	1.0091	1.0101	Tasa de interés libre de riesgo
R^b	1.0109	1.0268	Tasa de interés del crédito empresarial
π	1.00	1.00	Inflación
R_n	1.0091	1.0101	Tasa de interés nominal
Y	0.773	0.72	Producto
W	1.37	1.29	Salario familias
W^e	0.004	0.004	Salario empresarios
W^b	0.004	-	Salario banqueros
i	0.1	0.101	Inversión
C	0.44	0.51	Consumo total
C/Y	0.86	0.84	Relación consumo total/producto
i/Y	0.13	0.14	Relación inversión/producto
K/Y	5.54	4.98	Relación capital/producto

Bibliography

[1]

Adrian, T. y Shin, H.S. (2010). Liquidity and Leverage. Federal Reserve Bank of New York. Staff Reports No 328.

Angelioni, I. y Faia, E. (2013). Capital Regulation and Monetary Policy with Fragile Banks. *Journal of Monetary Economics*. Vol 60. No 1.

Badarau, C. y Popescu, A. (2014). Monetary Policy and Credit Cycles: a DSGE Analysis. *Economic Modelling*. Vol 42, No 1.

Bernanke, B. (1983). Nonmonetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of Great Depression. *The American Economic Review*. Vol. 73, No 3.

_____ y Gertler, M. (1989). Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations. *The American Economic Review*. Vol 79, No 1.

_____, Gertler, M y Gilchrist, S. (1999). The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework. *Handbook of Macroeconomics*.

Banco de Pagos Internacionales-BIS (2010). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y los sistemas bancarios. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

Banco de Pagos Internacionales-BIS (2013). Basilea III: Coeficiente de cobertura de liquidez y herramientas de seguimiento de riesgo y liquidez. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

Banco de Pagos Internacionales-BIS (2014). Basilea III: Coeficiente de financiación estable neta. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

Bordo, M y Wheelock, D. (1998). Price Stability and Financial Stability: The Historical Record. *Review*. Federal Reserve Bank of St. Louis. Septiembre.

Calvo, G.A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*. Vol 12, No 1.

Carlstrom, C.T y Fuerst, T. (1997). Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis. *The American Economic Review*. Vol 87, No 5.

Céspedes, L.F, Chang, R. y Velasco, A. (2004). Balance Sheets and Exchange Rate Policy. *The American Economic Review*. Vol 94, No 4.

- Christiano, L, Motto, R. y Rostagno, M. (2010) Financial Factors in Economic Fluctuations. European Central Bank. European Working Papers Series No 1192.
- Collard, F, Dellas, H. y Diba, B. (S.F.). A Suite of Models for Dynare. Description of Models. Mimeo.
- Dell’Ariccia, G. y Marquez, R. (2013). Interest Rates and the Bank Risk-Taking Channel. *Annual Review of Financial Economics*. Vol 5, No 1.
- Dib, A, (2010). Banks, Credit Market Frictions, and Business Cycles. Bank of Canada. *Working Paper Series* 2010-24.
- Engen, E.M, Laubach, T.T y Reifschneider, D. (2015). The Macroeconomic Effects of the Federal Reserve’s Unconventional Monetary Policies. *Finance and Economic Discussion Series 2015-005*. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Fisher, I. (1933). The Debt-Deflation Theory of Great Depressions. *Econometrica*. Vol 1.
- Freixas, X. y Rochet, J.C. (2008). Microeconomics of Banking. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England. 2 Ed.
- Gale, D. y Hellwig, M. (1985). Incentive-Compatible Debt Contracts: The One-Period Problem. *The Review of Economic Studies*, Vol 52, No 4.
- Gertler, M. y Karadi, P. (2011). A Model of Unconventional Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics*. Vol 58, No 1.
- _____, Gilchrist, S. y Natalucci, F.M. (2007). External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator. *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol 39, No 2.
- _____ y Kiyotaki, N. (2011). Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle analysis. En: Friedman, B.M y Woodford, M (eds). *Handbook of Monetary Economics*. Elsevier, Amsterdam.
- Güntner, J.H.F. (2015). The Federal Funds Market, Excess Reserves, and Unconventional Monetary Policy. *Journal of Economic Dynamics & Control*. Vol 53, No 1.
- Hirakata, N, Sudo, N. y Ueda, K. (2011). Do Banking Shocks Matter for the U.S. Economy? *Journal of Economic Dynamics & Control*. Vol 35, No 1.
- Iacoviello, M. (2015). Financial Business Cycles. *Review of Economic Dynamics*. Vol 18. No 1.
- International Monetary Fund. Monetary Policy and Financial Stability Inform. Septiembre de 2015.
- Jermann, U. y Quadrini, V. (2012). Macroeconomic Effects of Financial Shocks. *The American Economic Review*. Vol 102, No 1.
- Kiyotaki, N. y Moore, J. (1997). Credit Cycles. *The Journal of Political Economy*. Vol. 105, No 2.
- Krishnamurthy, A. y Vissing-Jorgensen, A. (2011). *Brookings Papers on Economic Activity*. Fall.
- Meinusch, A. y Tillman, P. (2015). The Macroeconomic Impact of Unconventional Monetary Policy Shocks. *Journal of Macroeconomics*. Article in Press.
- Merola, R. (2015). The Role of Financial Frictions During the Crisis: An Estimated DSGE Model. *Economic Modelling*. Vol 48, No 1.
- Mimir, Y, Sunel, E. y Taskin, T. (2012). Required Reserves as a Credit Policy Tool. MPRA paper No 39613.

- _____ (2012). Financial Intermediaries, Credit Shocks and Business Cycles. MPRA paper No 39648.
- Mohanty, D. (2012). Price Stability and Financial Stability -an Emerging Market Perspective. BIS Central Bankers' Speeches. Bank for International Settlements.
- Reinhart, C. y Rogoff, K. (2011). This Time is Different: Eight Centuries of Financial Folly. Princeton University Press.
- Reis, R. (2009). Interpreting the Unconventional U.S. Monetary Policy of 2007-09. *Brooking Papers on Economic Activity*. Vol 2009.
- Smets, F. y Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in U.S. Business Cycles: a Bayesian DSGE Approach. *American Economic Review*.
- Stock y Watson (1997). Business Cycle Fluctuations in US Macroeconomic Time Series. En: Handbook of Macroeconomics, Vol. 1. John Taylor y Michael Woodford Eds. Elsevier. Holanda.
- Thornton, D.L. (2015). The Effectiveness of QE: An Assesment of the Event-Study Evidence. Federal Reserve Bank of St. Louis. Working Paper.
- Townsend, R. M. (1979). Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification. *Journal of Economic Theory*. Vol 21, No 2.