

# Un modelo de equilibrio general estocástico dinámico para analizar el efecto de la política monetaria sobre el sistema financiero boliviano

Oscar A. Díaz Quevedo\*  
Banco Central de Bolivia

Ignacio Garrón Vedia\*\*  
Banco Central de Bolivia

Noviembre 2015

## Resumen

La crisis financiera internacional que empezó en 2007 ha dejado claro que los modelos macroeconómicos tienen que asignar un papel más importante al sector financiero para comprender la dinámica del ciclo económico. El objetivo del presente trabajo es comprender las interacciones entre el sector bancario y el resto de la economía, en particular, entender el impacto de medidas de política monetaria (cambios en la tasa de encaje legal e inyecciones de liquidez) sobre el desempeño de la actividad de intermediación financiera, para este fin se empleó un modelo DSGE. Los resultados del modelo muestran que la política monetaria, ya sea a través de una inyección de liquidez o modificaciones en la tasa de encaje legal, tendría efectos sobre el desempeño del sistema financiero y, por tanto, sobre la estabilidad financiera. El incremento de la liquidez tendría efectos positivos en términos de estabilidad financiera mientras que aumentos en la tasa de encaje podrían ser utilizados para contraer la expansión excesiva del crédito.

**Palabras clave:** modelo DSGE, estabilidad financiera, política monetaria.

**Clasificación: JEL:** D58, E52, E58, G21, G28

---

\* Analista Financiero Senior, Subgerencia de Análisis del Sistema Financiero. Correo: odiaz@bcb.gob.bo.

\*\* Analista Financiero, Subgerencia de Análisis del Sistema Financiero. Correo: igarron@bcb.gob.bo.

## 1. Introducción

En las últimas décadas el sector financiero ha adquirido un rol importante para explicar las fluctuaciones del sector real de la economía. En este sentido, la estabilidad financiera ha surgido como un importante objetivo de política pública, ya que se reconoce que el impacto de una crisis financiera tiene una fuerte repercusión en el sector real, monetario, fiscal y externo. Una señal visible de la importancia que ha cobrado es el creciente número de Informes de Estabilidad Financiera publicados por los bancos centrales de distintos países<sup>1</sup>. En particular, en el caso boliviano, el Banco Central de Bolivia publica ininterrumpidamente con periodicidad semestral el Informe de Estabilidad Financiera desde 2006 y, recientemente, a partir de 2015 se iniciaron las reuniones del Consejo de Estabilidad Financiera (CEF)<sup>2</sup>.

Existen muchos trabajos empíricos que tratan de entender el papel que desempeña la industria financiera en las fluctuaciones del ciclo económico. Kiyotaki y Moore (1997) y Bernanke *et al.*, (1999) son pioneros en introducir esta idea a través de la incorporación de fricciones financieras en la captación de los recursos por parte de las empresas en los modelos macroeconómicos de equilibrio general tradicionales.

Recientemente Claessens *et al.* (2012) analizan la relación entre los ciclos económicos y financieros, encontrando fuertes vínculos entre las diferentes fases de ambos ciclos. En particular, las recesiones asociadas a perturbaciones financieras tienden a ser más largas y más profundas que recesiones originadas en el sector real de la economía.

Pese a la amplia corriente de literatura empírica, los modelos macroeconómicos dinámicos tradicionales se basan en el marco propuesto por Modigliani y Miller (1958), en el cual no existe un papel para el crédito (debido al supuesto de que los mercados son completos y, por tanto, no existen fricciones en los mercados financieros). Incluso en modelos modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) sofisticados que son utilizados para el análisis de políticas, no se incluye al sistema financiero [Smets y Wouters, 2007; Christiano *et al.*, 2005].

Sin embargo, la crisis financiera internacional que se desarrolló a partir de 2007 ha dejado claro que los modelos macroeconómicos tienen que asignar un papel más importante al sector financiero para comprender la dinámica del ciclo económico ya que no pudieron explicar sus fundamentos. Desde entonces se vienen desarrollando una nueva generación de modelos DSGE que intentan incorporar a los intermediarios financieros, reconociendo que el ciclo económico puede ser claramente afectado por el sistema financiero.

---

<sup>1</sup> De acuerdo a datos del *Center for Financial Stability* (<http://www.centerforfinancialstability.org/>) existen más de 60 países que publican regularmente Informes de Estabilidad Financiera.

<sup>2</sup> A partir de la promulgación de la Ley de Servicios Financiero en 2013, Bolivia se insertó en la tendencia internacional reciente en materia de coordinación y supervisión financiera, creando el CEF que incorpora a los reguladores de los sectores de seguros, pensiones, valores y sistema financiero, así como los encargados de la política. El CEF es el órgano rector del sistema financiero para la aplicación de medidas de preservación de la estabilidad y eficiencia del mismo.

La literatura sobre modelos DSGE que incorporan explícitamente al sistema financiero no es muy extensa. En orden cronológico se tienen los modelos que incluyen explícitamente al sistema bancario [Goodfriend y McCallum, 2007], aquellos que incorporan a un mercado interbancario [Goodhart *et al.*, 2006; Goodhart *et al.*, 2009; De Walque *et al.*, 2010], y finalmente los que buscan analizar los efectos de políticas no convencionales [Cúrdia y Woodford, 2009 y 2010; Gertler y Karadi, 2011].

Entre los bancos centrales de la región sobresalen los modelos que incorporan al sistema financiero desarrollados por el Banco de la República de Colombia. En primera instancia se tiene el documento de Saade *et al.* (2007) el cual aplica el modelo de fragilidad financiera desarrollado por Goodhart (2006) que permite estudiar las decisiones endógenas de incumplimientos entre bancos en un mercado interbancario. Posteriormente, en base al trabajo de Leao y Leao (2007) que incorpora la política monetaria por medio de un banco central que otorga liquidez al sector bancario, Pérez (2009) añade al modelo la decisión endógena de los hogares de cancelar en cada período sólo una fracción de su deuda con una regla tipo De Walque *et al.* (2010). Este modelo muestra ser suficientemente flexible para analizar el impacto de algunas políticas (encaje legal, liquidez, tasa de reporto) sobre el porcentaje de la morosidad de los hogares. Subsiguientes trabajos con base en el modelo propuesto por Pérez (2009), analizan el impacto de medidas relacionadas a sustitución de activos en la banca [Caicedo y Pérez, 2010] restricciones al crédito de consumo [Caicedo y Estrada, 2010] y el capital contracíclico [Caicedo *et al.*, 2012].

El objetivo del presente trabajo es analizar las interacciones entre el sector bancario y el resto de la economía, en particular, el impacto de medidas de política monetaria (cambios en la tasa de encaje legal e inyecciones de liquidez) sobre el desempeño de la actividad de intermediación financiera. Para este fin, se empleó un DSGE. Los modelos DSGE se han convertido en el referente fundamental de la modelización macroeconómica en la actualidad, ya que permiten fundamentar microeconómicamente el comportamiento de los diferentes agentes en la economía, al igual que las relaciones entre ellos. Esto permite a los investigadores entender la respuesta que tienen choques exógenos sobre las variables relevantes de análisis y, de esta forma, se pueden hacer recomendaciones de política basadas en principios microeconómicos. El modelo propuesto sigue la línea de los modelos de ciclos reales (RBC, por sus siglas en inglés) tomando como base la estructura de Leao (2003), Leao y Leao (2007) y Pérez (2009).

Los principales resultados del modelo muestran que la política monetaria, ya sea a través de inyección de liquidez o modificaciones en la tasa de encaje legal, tendría efectos sobre el desempeño del sistema financiero y, por tanto, sobre la estabilidad financiera. El efecto de la inyección de liquidez sobre el incremento del crédito y la reducción de la morosidad es consistente con los hallazgos de De Walque *et al.* (2010). Asimismo, un *shock* (incremento) en la tasa de encaje legal aumenta las tasas de interés activa y disminuye el crédito en línea con Leao y Leao (2007).

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: luego de la introducción, en las secciones 2 y 3 se presentan de manera sintética el desarrollo de modelo DSGE que incorporan fricciones financieras y los principales hechos estilizados referidos a la política monetaria en Bolivia y desempeño reciente del sistema financiero boliviano. En la sección 4 se introduce el modelo utilizado y a continuación las condiciones equilibrio de los mercados del modelo y las ecuaciones que definen el equilibrio del mercado competitivo (secciones 5 y 6). En la sección 7 se explica la calibración del modelo y en la sección se muestran los principales resultados de los *shocks* analizados. Finalmente, en la sección 8 y 9 se presentan los principales resultados y conclusiones.

## 2. Desarrollo reciente de modelos DSGE que incorporan fricciones financieras.

La introducción del sistema financiero en los modelos DSGE en un principio fue realizada indirectamente mediante la omisión del supuesto de Modigliani y Miller (1958) incluyendo algún tipo de fricción financiera; y posteriormente, mediante la inclusión explícita de un sector bancario. A continuación se presenta una revisión de la literatura de los modelos más relevantes de cada aproximación.

**Modelos DSGE con restricciones de colateral** [Kiyotaki y Moore, 1997; Iacoviello, 2005]: Distinguen dos tipos de agentes: uno paciente (recolector – ahorrador neto) y otro impaciente (agricultor), los cuales tienen distintos factores de descuento intertemporales (el granjero desea obtener financiamiento del recolector). La característica central del modelo es la restricción de colateral que limita la cantidad de recursos que el agricultor puede obtener del recolector.

La cantidad de financiamiento externo que puede obtener el agricultor debe ser igual o menor al valor esperado de su colateral (valor de la tierra que posee). Si el proyecto del agricultor fracasa, el recolector puede recuperar al menos los recursos garantizados por el valor de mercado del activo dado como colateral. Por ejemplo, una reducción del precio de la tierra, como resultado de un *shock* tecnológico negativo, puede reducir la riqueza neta del granjero, quien se ve forzado a reducir su inversión y en el siguiente período dicha reducción se traduce un caída adicional de su riqueza neta y una contracción del crédito disponible inducida por el menor valor del colateral, amplificando el efecto del *shock*. Por tanto, la amplificación del *shock* es causada por 2 efectos: la menor disponibilidad de crédito y la variación del precio del activo. Los autores muestran que un *shock* negativo de baja magnitud puede generar una reducción importante y persistente del producto.

**Acelerador financiero** [Bernanke *et al.* 1999; Christensen y Dib, 2008; Ireland, 2003; Christiano *et al.*, 2010]: Desarrollan un DSGE para clarificar el rol de las fricciones del mercado crediticio en las fluctuaciones económicas, el cual incluye los efectos de un acelerador financiero sobre la inversión (es decir incorporan imperfecciones de los mercados crediticios en un modelo macro, aunque de manera sencilla). Los autores hallan evidencia que las fricciones financieras no sólo permiten explicar las fluctuaciones económicas, sino que también pueden amplificar los *shocks* nominales

(incremento de la emisión, cambios en salarios nominales) y reales (aumento en la productividad, cambios demográficos, aspectos regulatorios) que enfrenta la economía.

Los autores estudian la dinámica de un *shock* de política monetaria y hallan que el incremento de la tasa de política monetaria causa una reducción en la demanda de capital y consecuentemente la disminución de su precio. La reducción de capital debilita la riqueza neta de las empresas aumentando la prima externa que deben pagar por financiamiento. El resultado se traduce en una reducción de la inversión y del producto. Los autores concluyen que el rol del acelerador financiero es altamente procíclico ya que amplifica el efecto positivo de una reducción de tasas y empeora el resultado de una política monetaria contractiva.

**Inclusión de un sector bancario en el modelo DSGE** [Goofriend y McCallum, 2007; Angeleni *et al.*, 2011; Gertler y Kiyotaki, 2010]: Debido a que la última crisis financiera se originó en un colapso súbito del mercado crediticio, la introducción de un sector bancario en los modelos DSGE se volvió una prioridad para académicos y bancos centrales, ya que permite entender el mecanismo de transmisión de distintos *shocks* y verificar si éste mecanismo se ve alterado por la presencia del sector bancario.

Por otra parte, la introducción de un sector bancario permite que los modelos DSGE tomen en cuenta una característica fundamental de los mercados de crédito: la existencia de diferentes tasas de interés en los mercados de crédito debido a los costos existentes en la actividad crediticia (costos de monitoreo, probabilidad de *default* de los prestatarios, por la presencia de asimetrías de información existen costos asociados a modificaciones en los términos de los contratos de crédito – por ejemplo la renegociación de las condiciones del contrato).

Entre los resultados hallados en estos trabajos empíricos se destacan:

- La presencia del sector bancario parece atenuar el efecto de *shocks* monetarios y tecnológicos.
- *Shocks* que surgen en el sector bancario parecen explicar la mayor parte de la recesión que se inició en 2008, dejando un rol marginal a otros *shocks* macroeconómicos.

Asimismo, en la línea con los modelos RBC, Leao (2003) extiende el DSGE base propuesto King *et al.* (1988) incluyendo a un sector bancario. El modelo muestra que tanto *shocks* tecnológicos a la productividad de las firmas como al de los bancos generan efectos positivos en el bienestar de los hogares. Posteriormente, Leao y Leao (2007) añaden un banco central que presta reservas a los bancos comerciales y les cobra la tasa de reporto. Los bancos utilizan las reservas para dar crédito al sector privado. En este contexto el trabajo muestra que inyecciones de capital y aumentos en el encaje legal tiene repercusiones asimétricas: la primera implica un impulso al producto, consumo y crédito, mientras que el segundo una disminución de los mismos.

Por último, Pérez (2009) añade al modelo de Leao y Leao (2007) la posibilidad de impago de la deuda en los hogares. Sus resultados calibrados para la economía colombiana muestran que políticas contraccionistas tienen efectos positivos sobre la estabilidad financiera: aumentan la proporción de pago de la deuda de los hogares e incrementan los beneficios de los bancos. El presente trabajo sigue este enfoque y calibra los parámetros para la economía boliviana.

**Mercado Interbancario en los modelos DSGE** [Goodhart *et al.*, 2009; De Walque *et al.*, 2010; Dib, 2010; Hilberg y Hollmayr, 2012]: Una corriente relativamente nueva de investigaciones tratan de comprender el rol del mercado interbancario en la propagación de los *shocks* en la economía. Se introducen dos tipos de bancos heterogéneos, un banco (excedentario) que recoge depósitos de los ahorristas y que provee créditos interbancarios a los bancos deficitarios que extienden créditos a los inversionistas (terratenedores) para que produzcan bienes finales.

En esta línea de investigaciones por ejemplo, de Walque *et al.* (2010) desarrollan un DSGE en el que se introduce un incumplimiento de las obligaciones financieras de los bancos y las firmas que es endógeno para cada agente. Los autores demuestran que inyecciones de liquidez reducen la fragilidad financiera en un modelo cuyo objetivo es entender la importancia de las autoridades monetarias y supervisoras al restablecer el funcionamiento de los mercados financieros.

**Política no convencional en modelos DSGE** [Cúrdia y Woodford, 2009 y 2010; Gertler y Karadi, 2011; Foerster, 2013; Beau *et al.*, 2011; Angelini *et al.*, 2012]: La reciente crisis financiera marca las diferentes dimensiones de la política monetaria, especialmente el rol de la estabilidad financiera en los mercados crediticios. Los trabajos indagan sobre la necesidad o no de incorporar en la función objetivo de los bancos centrales otras variables además del producto y la inflación, determinar cuáles son dichas variables y cuáles son los instrumentos no convencionales más efectivos para estabilizar la economía.

Estos modelos incorporan un sector de intermediarios financieros que deciden la cantidad de depósitos que captarán del público, el nivel de créditos en la economía y la inyección de liquidez que obtendrán del banco central. Por otra parte, introducen múltiples dimensiones para la política monetaria, es decir, el banco central puede escoger la cantidad de reservas, llevar a cabo política monetaria convencional vía cambios en la tasa de política monetaria e intermediar una fracción de la oferta de crédito en la economía.

Algunos trabajos muestran que en tiempos normales, cuando la economía está impulsada por *shocks* de oferta, el rol de la política macroprudencial es limitado. Sin embargo, cuando la economía es golpeada por un *shock* financiero, la regulación macroprudencial podría tener un rol importante para estabilizar la economía, principalmente cuando existe cooperación entre el banco central y el regulador del sector bancario.

### 3. Hechos estilizados

#### *La política monetaria en Bolivia*

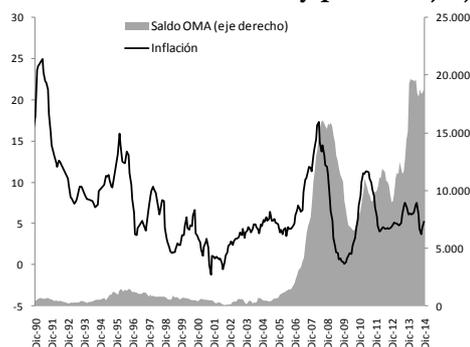
De acuerdo con la Ley 1670 del Banco Central de Bolivia (BCB), el objetivo del BCB es procurar la estabilidad del poder adquisitivo interno de la moneda nacional. Para ello, el BCB regula la liquidez del sistema financiero, principalmente, a través de Operaciones de Mercado Abierto (OMA) afectando el volumen del crédito y la cantidad de dinero en la economía. El BCB establece también encajes legales de obligatorio cumplimiento por las entidades de intermediación financiera y concede créditos de liquidez con garantía del Fondo de Requerimiento de Activos Líquidos (RAL) a las entidades. Asimismo una fuente de liquidez adicional son las operaciones de reporto.

De acuerdo con Cossio *et al.* (2007) el BCB instrumenta su política monetaria a través de un esquema de metas intermedias de cantidad fijando, límites a la expansión de su Crédito Interno Neto (CIN) y un piso a la variación en las Reservas Internacionales Netas (RIN). Como no se puede tener un control directo sobre la meta intermedia, las acciones de política monetaria se ejecutan por medio de una meta operativa, definida como el exceso de liquidez del sistema financiero, definido como el excedente de encaje legal.

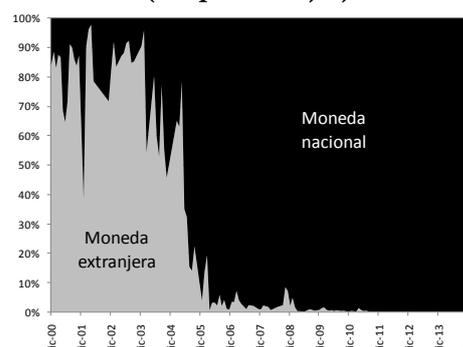
Precisamente gracias a la profundización del proceso de bolivianización desde mediados de la década pasada, el régimen actual de política monetaria es más efectivo. En el período previo al año 2005, cuando los niveles de dolarización financiera se situaban por encima de 90% y las OMA se efectuaban en dólares, la decisión de inyectar liquidez implicaba perder las escasas RIN que entonces se disponían, lo que limitaba su uso para contrarrestar los efectos adversos de los ciclos económicos (Gráfico 1). En la actualidad, esta capacidad se ha recuperado y el BCB puede inyectar fuertes cantidades de recursos cuando la economía lo requiere, como ocurrió a fines de 2008 y en 2009 generando el descenso pronunciado de las tasas, el incremento del crédito y el apuntalamiento de la actividad económica. Asimismo en coyunturas en las cuales se requiere retirar liquidez, el mecanismo es también efectivo y, complementado con el encaje legal, comisiones por flujos de capitales externos, posición de cambios, previsiones, colocación directa de valores y otros instrumentos, ha permitido recoger liquidez y reducir las presiones inflacionarias sin afectar de forma sustancial a las tasas de interés, pero preservando el dinamismo de la actividad económica.

**Gráfico 1: Evolución de las OMA**

**Saldo OMA e inflación  
(En millones de bolivianos y porcentajes)**



**Composición de las OMA por tipo de moneda  
(En porcentajes)**

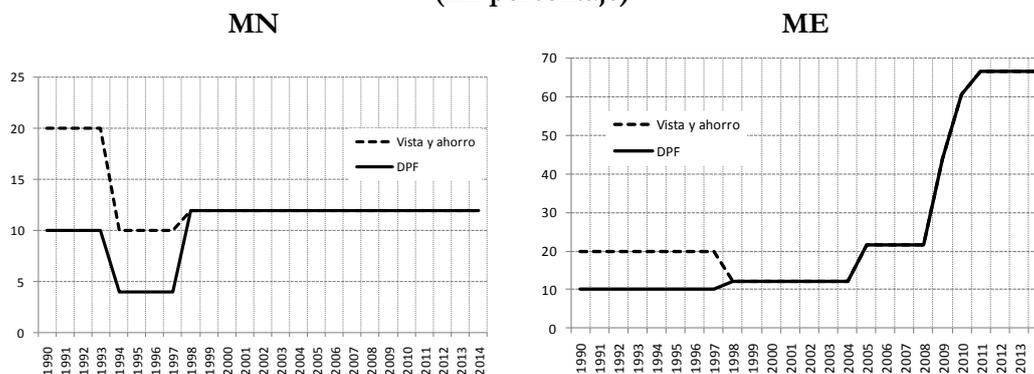


Fuente: INE y BCB

El BCB, en cumplimiento a las atribuciones que le confiere su la Ley 1670 del 31 de octubre de 1995, implementó la reforma del encaje legal que entró en vigencia a partir del 4 de mayo de 1998. De acuerdo con Rodríguez (1999), los objetivos de la reforma fueron: a) disminuir la variabilidad de las reservas bancarias y mediante ello dotar a las instituciones financieras y al propio BCB de una mayor flexibilidad en el control de liquidez, b) la creación de nuevos mecanismos de provisión de liquidez a través de la creación del Fondo RAL constituidos en títulos valores de oferta pública remunerados a tasas de mercado y c) disminuir el costo del encaje y su uniformización para todas las entidades para lograr una mayor eficiencia en la actividad de intermediación, para lo cual se planteó la reducción y uniformidad de las tasas de encaje. Bajo este esquema, hasta 2005 las tasas de encaje para moneda nacional (MN) y moneda extranjera (ME) fueron similares.

En abril de 2005, se realizó una modificación importante al reglamento de encaje legal mediante la cual se diferenciaron las tasas de encaje requeridas para depósitos en (ME). Entre 2005 y 2014 se realizaron nuevas modificaciones del régimen de encaje (Gráfico 2) orientadas a atender las necesidades de liquidez y resguardar la estabilidad financiera (visión micro del encaje) e impulsar la remonetización de la economía y a controlar las presiones inflacionarias (acordes con el objetivo macro del encaje).

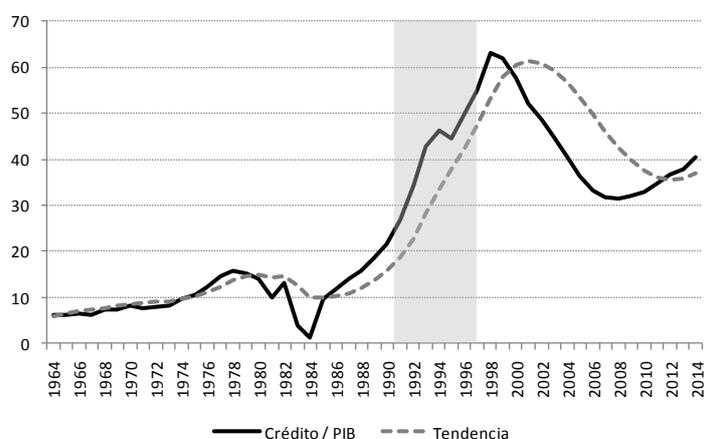
**Gráfico 2: Tasas de encaje por denominación  
(En porcentaje)**



Fuente: BCB

El sistema de intermediación financiera<sup>3</sup> cumple un rol importante en la economía boliviana. A junio de 2015 concentró cerca del 63% de los activos del sistema financiero y en los últimos años registró un crecimiento significativo de su cartera de créditos. El dinamismo de la actividad de intermediación en los últimos años se reflejó en mayores indicadores de profundización financiera, el *ratio* de cartera a PIB pasó de 34,9% en 2005 a 42,7% a finales de 2014. Díaz (2013), para una muestra de 18 países de América Latina, analiza la existencia de *booms* crediticios a partir de técnicas estadísticas y econométricas. Para el caso de la economía boliviana el autor encuentra evidencia de un *boom* crediticio para el período 1992 a 1997 (Gráfico 3).

**Gráfico 3: Crédito al sector privado como porcentajes del PIB**



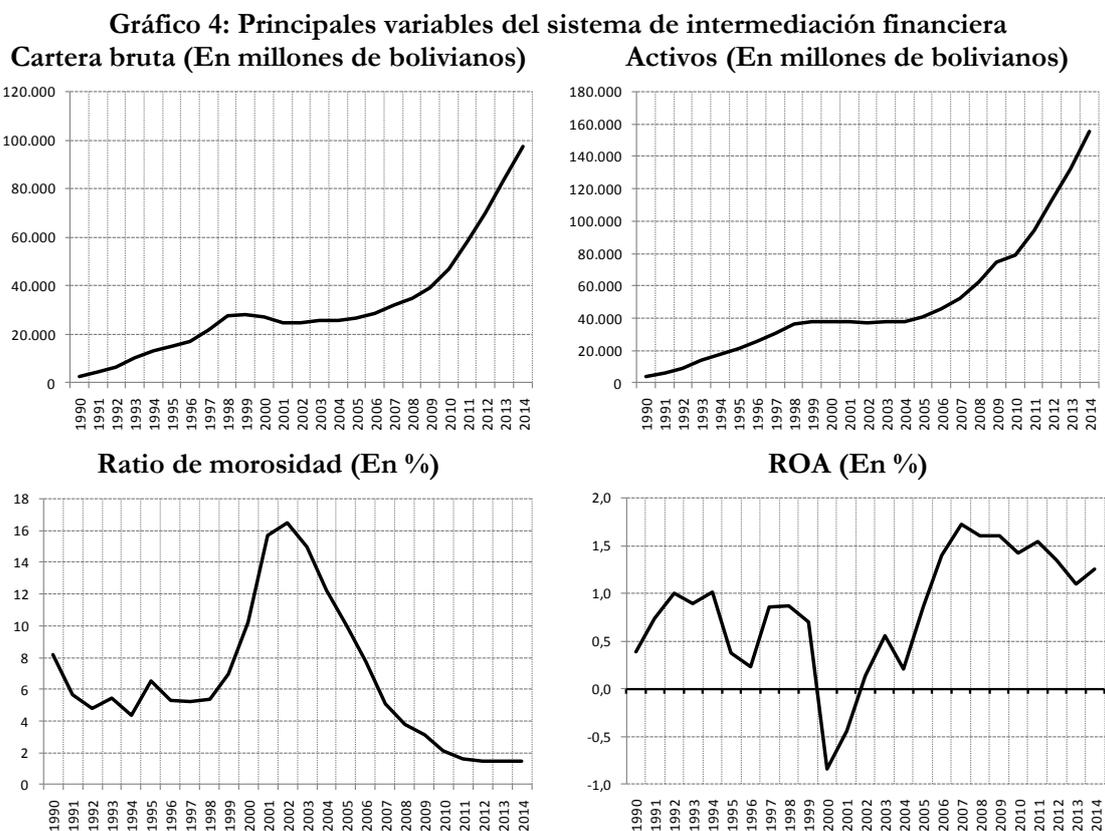
Fuente: Actualización con base a Díaz (2013)

Jemio (2000) analiza el *crunch* de crédito que experimentó la economía boliviana a fines de la década de los noventa precedido por un *boom* de crédito, periodo que el autor caracteriza por un aumento rápido del crecimiento del crédito como resultado de un importante influjo de capitales a la economía. Uno de los resultados de la investigación señala que el *crunch* que siguió al *boom* de crédito, observado en la economía boliviana a partir de 1999, se debió en parte a los efectos de contagio de la crisis financiera internacional sobre la economía boliviana. Jemio (2006) analiza el papel que desempeñó el sistema financiero durante el ciclo de entrada y salida de capitales en la década de los noventa, que indujo a una expansión y contracción del crédito. De acuerdo al autor, el sistema financiero jugó un rol importante en la transmisión de los efectos de los choques externos y de la elevada volatilidad externa sobre el resto de la economía, desempeñando un rol marcadamente pro-cíclico.

En los últimos años, pese al crecimiento dinámico del crédito, no se evidencian signos de un auge crediticio como a finales de la década de los noventa; asimismo el *ratio* de morosidad se mantiene en niveles históricamente bajos y la rentabilidad pasó de valores negativos observados a comienzos de

<sup>3</sup> El sistema de intermediación financiera está compuesto por bancos múltiples, bancos PYME, mutuales de ahorro y crédito y cooperativas.

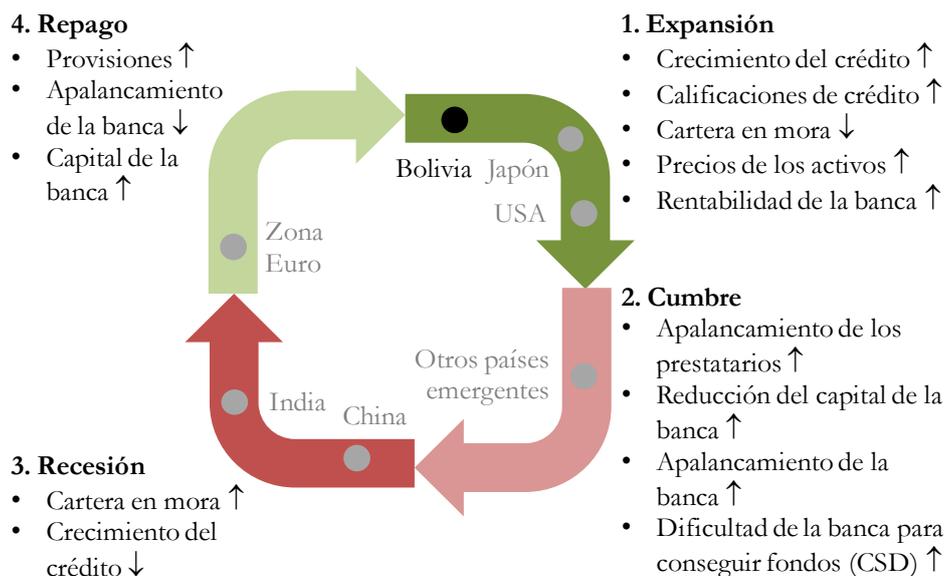
la década de dos mil a niveles superiores a los registrados en la década de los noventa. Entre 2010 y 2014 el crecimiento promedio del crédito del sistema de intermediación financiera superó el 20% y representó cerca del 60% del activo, mientras que el *ratio* de morosidad se mantuvo por debajo de 2% y las utilidades crecieron en promedio a 16% en similar período (Gráfico 4).



Fuente: ASFI

Considerando la evolución de las principales variables del sistema de intermediación financiera desde 2010 a 2014, es posible situar la posición del sistema boliviano en la fase expansiva dentro del esquema elaborado por el Fondo Monetario Internacional (Gráfico 5) que caracteriza el ciclo del crédito. Esta fase del ciclo se observa un mayor crecimiento del crédito, mejor calificación de la cartera, reducción de la mora, una mayor rentabilidad y el incremento del precio de los activos.

**Gráfico 5: Ciclo del crédito**



Fuente: FMI, *Global Financial Stability Report* (Octubre 2015)

Nota: CSD: Crédito sobre depósitos

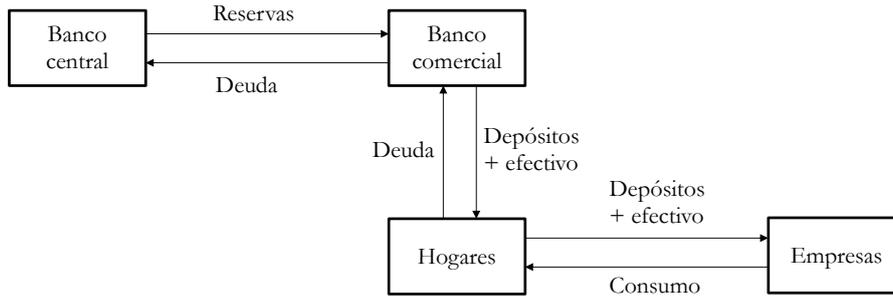
#### 4. El modelo

Se considera una economía cerrada sin gobierno en la cual existen  $F$  firmas homogéneas,  $H$  hogares homogéneos,  $L$  bancos homogéneos y un banco central. Los hogares son dueños de los bancos y las firmas, de manera que reciben las utilidades distribuidas al final de cada periodo. Existe un solo bien que puede ser consumido o utilizado para invertir e incrementar el *stock* de capital. Los bancos asumen el rol de proveedores del crédito e incurren en costos de mano de obra, capital e intereses. Estos contratan personas en el mercado de trabajo y compran bienes de capital en el mercado de bienes. Asimismo, pagan intereses por las reservas que el banco central les presta.

En este enfoque los hogares consumen en función de los créditos que el banco provee. Esta aproximación tiene dos ventajas: i) da una explicación de la creación de dinero en la economía a través de la banca e, ii) introduce un multiplicador monetario el cual afecta directamente al crédito.

El flujo de la economía se presenta en el Cuadro 1. El banco central presta reservas (éstas son necesarias para cubrir los requerimientos de encaje legal y el dinero en circulación) a los bancos comerciales a una tasa de reporto, las cuales son utilizadas para otorgar créditos a los hogares. Los depósitos son creados cuando el banco comercial otorga créditos a los hogares, y los mismos utilizan parte del crédito para comprar bienes a las firmas y otra parte se queda en sus cuentas que mantienen en los bancos (*checkable deposits*).

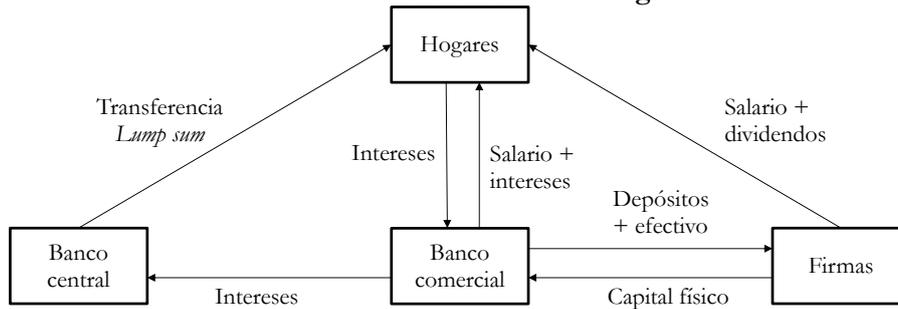
**Cuadro 1: Esquema del flujo de dinero**



Elaboración propia en base a Leao y Leao (2007)

Al final del periodo el total del dinero llega a las firmas. Posteriormente, el dinero vuelve a los hogares en forma de dividendos, salarios, intereses y transferencias (Cuadro 2). En este punto, los hogares deciden endógenamente que porcentaje de la deuda van a pagar a los bancos comerciales dependiendo de la tasa de interés y la penalización por incurrir en impago, lo cual afecta los beneficios de los bancos. La repercusión de esta decisión también se puede apreciar en el Cuadro 1.

**Cuadro 2: Transferencias a los hogares**



Elaboración propia en base a Leao y Leao (2007)

Con relación a los hogares, su función de utilidad viene dada por  $u(c_t, \ell_t)$ , donde  $c_t$  corresponde al consumo de los hogares y  $\ell_t$  representa el ocio. La función  $u(.,.)$  tiene las propiedades usuales. El hogar buscará maximizar su función de utilidad intertemporal:  $U_0 = E_t[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, \ell_t)]$ , donde  $\beta$  es un factor de descuento ( $0 < \beta < 1$ ).

La función de producción de cada firma viene dada por:

$$y_t = A_t F(k_t, n_t^d) \tag{1}$$

Donde  $y_t$  es el nivel de producto de la firma,  $A_t$  es un parámetro tecnológico,  $k_t$  es el *stock* (predeterminado) de capital de la firma y  $n_t^d$  es la demanda de trabajo de la firma.<sup>4</sup> La ecuación de acumulación de capital de la firma viene dado por:

<sup>4</sup> Se asume que la función de producción es una Cobb-Douglas: donde  $y_t = A_t(k_t)^{1-\alpha}(n_t^d)^\alpha$ , donde  $\alpha$  denota la participación del trabajo en la función de producción y debe cumplir que  $\alpha \in (0,1)$ .

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t \quad (2)$$

Donde  $i_t$  es la inversión y  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital en cada período.

También existe una función de producción para los bancos la cual indica la cantidad de crédito en término reales que un banco puede generar dado una combinación de capital y trabajo. Esta tecnología se puede describir como:

$$b_t^s = D_t (k_t^b)^{1-\gamma} (n_t^b)^\gamma \quad (3)$$

Donde  $b_t^s$  es la oferta real de créditos,  $D_t$  es un parámetro tecnológico,  $k_t^b$  es el *stock* (predeterminado) de capital del banco,  $n_t^b$  son las horas laborales contratadas por el banco y  $\gamma$  es la participación del trabajo en la función de producción,  $\gamma \in (0,1)$ . La ecuación de acumulación de capital del banco viene dado por:

$$k_{t+1}^b = (1 - \delta^B)k_t^b + i_t^b \quad (4)$$

Las restricciones de recursos en la economía son las siguientes: cada firma ingresa al período  $t$  con un determinado *stock* de capital,  $k_t$ , el cual fue determinado al comienzo del período  $(t - 1)$ <sup>5</sup>. También existe una restricción análoga para los bancos. Cada hogar tiene una dotación de tiempo por período, la cual es normalizada a uno. Esta dotación puede ser utilizada para trabajo u ocio; por tanto, es posible expresar  $n_t^s + \ell_t = 1$ , donde  $n_t^s$  es la oferta de trabajo de los hogares en el período  $t$ .

Con relación a la estructura de mercado, existen seis mercados: el mercado de bienes, el mercado de trabajo, el mercado crediticio, el mercado de acciones de las firmas, el mercado de acciones de los bancos y el mercado en el cual el banco central presta reservas a los bancos comerciales. Los hogares, las firmas y los bancos son tomadores de precios. Finalmente, los precios son perfectamente flexibles y se ajustan hasta que los mercados se vacían en cada período.

#### a. Hogares

Cada uno de los  $H$  hogares escoge en cada periodo su consumo  $c_t$ , las horas dedicadas a trabajar  $n_t^s$ , el crédito demandado  $b_t$ , el porcentaje de deuda cancelado  $v_{t+1}$ , las participaciones accionarias óptimas en las firmas  $z_{t+1}^f$  y bancos  $z_{t+1}^{b,l}$ . De esta manera, el problema de maximización de los hogares queda como la suma de su utilidad esperada en cada periodo descontado por un factor  $\beta \in (0,1)$ :

---

<sup>5</sup> Por tanto, el *stock* de capital que entra en la función de producción en el período  $t$  está predeterminado y no puede ser cambiado por decisiones tomadas al comienzo o en el transcurso del período  $t$ .

$$\max_{c_t, n_t^s, b_t, v_t, z_{t+1}^f, z_{t+1}^b} E_t \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} \beta^{t+s} [\log(c_t) + \phi \log(1 - n_t^s)] \right\} \quad (5)$$

Sujeto a la restricción presupuestaria  $I_t = E_t$ .

La cantidad total de dinero que un hogar obtiene al comienzo del período  $t$ ,  $I_t$ <sup>6</sup> proviene de las siguientes fuentes: i) ganancias por el pago de salarios; ii) el volumen de crédito bancario y una transferencia de suma fija realizada por el banco central correspondiente al pago que realizan los bancos comerciales al banco central por demanda de liquidez, iii) las ganancias por el pago de dividendos que realizan los bancos y las firmas, y iv) el dinero recibido por la venta de acciones de las firmas y empresas que fueron compradas al comienzo del período  $t - 1$ :

$$I_t = \frac{w_{t-1}}{1 + \tilde{p}_t} n_{t-1}^s + b_t + \frac{L}{H} R_{t-1}^{repo} [\theta_{t-1} + r_{t-1}^{req} (1 - \theta_{t-1})] \frac{b_{t-1}^s}{1 + \tilde{p}_t} + \sum_{f=1}^F z_t^f \frac{\pi_{t-1}^f}{1 + \tilde{p}_t} \\ + \sum_{l=1}^L z_t^{b,l} \frac{\pi_{t-1}^{b,l}}{1 + \tilde{p}_t} + \sum_{f=1}^F z_t^f q_t^f + \sum_{l=1}^L z_t^{b,l} q_t^{b,l} \quad (6)$$

Donde  $w_{t-1}$  es el salario,  $n_{t-1}^s$  el porcentaje de horas trabajadas,  $R_{t-1}^{repo}$  la tasa repo,  $r_{t-1}^{req}$  el encaje legal,  $\theta_{t-1}$  la proporción del dinero que se encuentra en circulante (monedas y billetes en la economía),  $1 - \theta_{t-1}$  la proporción que del dinero que se encuentra en depósitos,  $b_{t-1}$  el crédito ofertado por los bancos. Por su parte, los dividendos que perciben los hogares están en función de  $z_t^f, q_t^f, \pi_{t-1}^f$  y  $z_t^{b,l}, q_t^{b,l}, \pi_{t-1}^{b,l}$  los cuáles están definidos como la proporción de acciones, el valor de las acciones y sus beneficios, respectivamente para las firmas y bancos.

En cambio sus egresos  $E_t$ <sup>7</sup> (la cantidad de dinero que gastan los hogares al comienzo o durante el período  $t$ ) vienen dados por concepto de: i) consumo, ii) pago de la deuda contratada con los bancos al comienzo del período ( $t - 1$ ), iii) un castigo que los hogares deben pagar por no cancelar un porcentaje de la deuda<sup>8</sup>, y iv) la compra de acciones de firmas y bancos al comienzo del período  $t$ :

$$E_t = c_t + v_t (1 + R_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{1 + \tilde{p}_t} + \frac{\chi}{2} (1 - v_t)^2 + \sum_{f=1}^F z_{t+1}^f q_t^f + \sum_{l=1}^L z_{t+1}^{b,l} q_t^{b,l} \quad (7)$$

Donde  $v_t \in [0,1]$  representa la proporción de la deuda que los hogares deciden endógenamente pagar a los bancos y  $\chi$  es un parámetro exógeno de la escala del castigo.

<sup>6</sup> Los ingresos están expresados en términos reales.

<sup>7</sup> Los egresos están expresado en términos reales.

<sup>8</sup> El castigo se presenta como una función cuadrática de la proporción de la deuda que el hogar decidió no cancelar similar a la presentada en De Walque *et al.* (2010).

Las condiciones iniciales señalan que el hogar empieza el período 0 con una deuda igual a la transferencia de suma alzada que recibe del banco central más la suma de las ganancias por salarios y dividendos que recibe de los bancos y las firmas al comienzo del período 0. Por tanto, en el primer momento en que se analiza a la economía  $t = 0$ , los hogares utilizan los ingresos obtenidos en  $t - 1$  para cancelar completamente la deuda contraída al comienzo de dicho período. Las ecuaciones (8) y (9) muestran las condiciones iniciales.

$$I_0 = \frac{w_{-1}}{1 + \bar{p}_0} n_{-1}^s + \frac{L}{H} R_{-1}^{repo} [\theta_{-1} + r_{-1}^{req} (1 - \theta_{-1})] \frac{b_{-1}^s}{1 + \bar{p}_0} + \sum_{f=1}^F z_0^f \frac{\pi_{-1}^f}{1 + \bar{p}_0} + \sum_{l=1}^L z_0^b \frac{\pi_{-1}^{b,l}}{1 + \bar{p}_0} \quad (8)$$

$$E_1 = (1 + R_0) \frac{b_0}{1 + \bar{p}_1} \quad (9)$$

De esta manera, al comienzo del período 0 el hogar representativo maximiza su utilidad intertemporal sujeto a las ecuaciones (6) al (9) y la restricción económica:  $\pi_t^s + \ell_t = 1$ . El hogar escoge en cada período  $c_t, n_t^s, b_{t+1}, v_t, z_{t+1}^{b,l}, z_{t+1}^f$  y  $\ell_t$ . También existen condiciones sobre la tenencia de acciones [ $z_0^f = \frac{1}{H}$  y  $z_0^{b,l} = \frac{1}{H}$ ], una condición sobre transversalidad sobre el patrón de endeudamiento y restricciones de no negatividad.

### b. Firmas

Los beneficios nominales de cada firma vienen dados por la siguiente expresión:

$$\Pi_t = P_t y_t - P_t W_t n_t^d - P_t i_t \quad (10)$$

Se asume que las firmas, al igual que los bancos, pagan dividendos a hogares sólo al final de cada período. Al comienzo del período 0 cada firma maximiza el valor presente de sus beneficios descontados:

$$\max_{n_t^d, k_{t+1}} VA = E_0 \left[ \sum_{t=0}^{t=\infty} \frac{1}{(1 + R_0) + (1 + R_1) \dots (1 + R_t)} \Pi_t \right] \quad (11)$$

Donde  $\Pi_t$  viene dado por la ecuación (10).

### c. Bancos

Siguiendo a la Leao (2003) y Leao y Leao (2007), se incluye un sector bancario y un banco central que presta reservas a los bancos comerciales a la tasa repo. Al inicio del período  $t$  los bancos ofrecen créditos en términos nominales (dado por  $B_t^s$ ) a los hogares, lo cual da origen a la creación de depósitos a la vista. Los hogares convierten un porcentaje ( $\theta_t$ ) de dichos depósitos en billetes y

monedas para realizar compras a las firmas. Por tanto, el dinero en circulación viene dado  $\theta_t B_t^S$  y la cantidad de depósitos a la vista por  $(1 - \theta_t) B_t^S$ . Adicionalmente, los bancos deben cumplir con un requerimiento de encaje, cuya tasa viene dada por  $r_t^{req}$  sobre los depósitos, por lo que la cantidad de reservas requeridas o encaje legal es igual a  $r_t^{req}(1 - \theta_t) B_t^S$ . En síntesis, la demanda total de liquidez de un banco representativo es la siguiente:

$$\theta_t B_t^S + r_t^{req}(1 - \theta_t) B_t^S = [\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)] B_t^S \quad (12)$$

Los beneficios nominales de cada banco en el período  $t$  son iguales a los ingresos por concepto de intereses menos intereses pagados por las reservas prestadas del banco central, menos los salarios pagados a los trabajadores, menos la inversión en capital físico llevada a cabo por el banco:

$$\Pi_t^b = R_t B_t^S - R_t^{repo} [\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)] B_t^S - W_t n_t^b - P_t [k_{t+1}^b - (1 - \delta^B) k_t^b] \quad (13)$$

Donde  $R_t$  es la tasa de interés que los bancos cobran por los créditos,  $R_t^{repo}$  es la tasa de interés cobrada por el banco central,  $W_t$  es el salario nominal y  $P_t$  es el precio del bien físico. Al igual que Leao y Leao (2007) asumimos que los bancos pagan salarios y dividendos sólo al final del período. Considerando que  $B_t^S = P_t b_t^S$  la ecuación anterior puede expresarse como:

$$\Pi_t^b = R_t P_t b_t^S - R_t^{repo} [\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)] P_t b_t^S - W_t n_t^b - P_t [k_{t+1}^b - (1 - \delta^B) k_t^b] \quad (14)$$

Siguiendo a Pérez (2009), los bancos deben cumplir con un requerimiento de provisiones, que consiste en un porcentaje sobre la cartera que no es cancelada, de esta manera al final del período  $t$  los beneficios de los bancos se ven disminuidos en:

$$\zeta(1 - v_{t+1}) b_t^S \quad (15)$$

Donde  $\zeta$  es un parámetro que representa el porcentaje de cartera vencida que se debe provisionar y que se determina exógenamente y  $v_{t+1}$  el porcentaje de deuda que los hogares deciden cancelar al final del período  $t$ . Considerando las provisiones que deben realizar los bancos y tomando en cuenta que los hogares deciden endógenamente la proporción de deuda a cancelar en cada período, los beneficios de los bancos se expresan como:

$$\Pi_t^b = NI_t P_t b_t^S - W_t n_t^b - P_t i_t^b \quad (16)$$

Donde

$$NI_t = R_t v_{t+1} - [\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)] R_t^{repo} - \zeta(1 - v_{t+1}) \quad (17)$$

$NI_t$  puede ser interpretado como el ingreso neto por concepto de intereses, mientras que  $i_t^b$  representa las decisiones de inversión en capital físico que los bancos toman en el período  $t$ .

Cada banco maximiza el valor esperado de sus beneficios descontados, por lo que al comienzo del período 0 el problema de optimización de los bancos viene dado por:

$$\max_{n_t^b, k_{t+1}^b} VA = E_0 \left[ \sum_{t=0}^{t=\infty} \frac{1}{(1+R_0) + (1+R_1) \dots (1+R_t)} \Pi_t^b \right] \quad (18)$$

Donde  $\Pi_t^b$  viene dado por la ecuación (16).

## 5. Condiciones de equilibrio de los mercados

Como se mencionó en el apartado anterior, en el modelo existen 6 mercados. Considerando que existen  $H$  hogares homogéneos,  $F$  firmas homogéneas y  $L$  bancos homogéneos las condiciones de equilibrio son:  $Hc_t + Fi_t + Li_t^b = Fy_t$  en el mercado de bienes;  $Hn_t^s = Fn_t^d + Ln_t^b$  en el mercado de trabajo; y  $H \frac{B_{t+1}}{1+R_t} = LB_t^s$  en el mercado crediticio. Las condiciones de equilibrio en el mercado de acciones vienen dadas por:  $HZ_{t+1} = 1$  y  $HZ_{t+1}^{b,l} = 1$ , debido a que en este mercado cada banco y firma son propiedad de los hogares y como todos los hogares son iguales cada uno debe mantener la misma proporción de acciones. Finalmente, la condición de equilibrio en el mercado de liquidez viene dado por:  $m_t = L[\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)]b_t^s$ . A partir de esta ecuación se deduce que el dinero ofrecido en la economía es igual a un múltiplo de la cantidad de reservas ofrecidas por el banco central. Esta última ecuación puede expresarse como:  $m_t \frac{1}{[\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)]} = Lb_t^s$ , que implica la idea del multiplicador monetario.

## 6. Equilibrio del mercado competitivo

El equilibrio del modelo está descrito por las ecuaciones (21) a (44) del Anexo. Las ecuaciones (21) a (27) tienen su origen en las condiciones de primer orden del problema de maximización que deben resolver los hogares y la restricción presupuestaria que resulta de las condiciones iniciales sobre los hogares (ecuación (27)). Las ecuaciones (28) y (29) resultan de las condiciones de primer orden para las firmas. Las ecuaciones (30) y (31) representan las condiciones de primer orden para los bancos. Las ecuaciones (32) a (37) establecen de las condiciones de equilibrio de los seis mercados que existen en el modelo. La ecuación (38) es la definición de la inflación. Las ecuaciones (39) y (40) son los beneficios de firmas y bancos respectivamente. Finalmente, las ecuaciones (41) a (44) muestran las funciones de producción y ecuaciones de acumulación de capital de firmas y bancos.

En síntesis el modelo está compuesto por 29 ecuaciones correspondientes a 24 variables endógenas y 5 variables exógenas  $(D_t, A_t, r_t^{req}, m_t, \theta_t)$ .

## 7. Calibración

Para estudiar las propiedades dinámicas del modelo se log-linealizaron cada una de las ecuaciones del sistema (21) a (44) alrededor del valor de estados estacionario de sus variables. Para la calibración del sistema log-linealizado se recurrió a promedios y estimaciones econométricas a partir de series trimestrales correspondientes al periodo 2005-2013, con el fin de simular las condiciones actuales del sistema financiero. De igual manera, se utilizaron algunos parámetros de otros trabajos que son comunes en la literatura de los DSGE. Una descripción detallada de los parámetros se presenta en el Cuadro 3.

**Cuadro 3: Calibración del modelo**

| Definición   | Parámetro         | Valor  | Fuente   |
|--|-------------------|--------|--|
| Porcentaje de deuda que deciden pagar los hogares en s.s.  | $v$               | 0,9492 | Se aproximó a partir de la relación: (1- <i>ratio</i> de morosidad) del sistema financiero.              |
| Porcentaje de cartera vencida que se debe provisionar en s.s.  | $\zeta$           | 0,3797 | Relación de las provisiones sobre cartera vencida del sistema financiero.                                |
| Tasa de interés que el banco central cobra a los bancos comerciales por la liquidez otorgada en s.s. | $R^{repo}$        | 0,0168 | Promedio de la tasa de reportos del BCB trimestralizada.   |
| Tasa de encaje legal en s.s.   | $R^{req}$         | 0,1643 | Promedio de la tasa de encaje legal ponderada por bolivianización.                                       |
| <i>Ratio</i> (Monedas y billetes en circulación/ oferta monetaria)                                   | $\theta$          | 0,6700 | <i>Ratio</i> (Billetes y monedas en poder del público/ base monetaria).                                  |
| Participación del trabajo en la función de producción  | $\alpha$          | 0,3333 | Machicado (2006).  |
| Oferta de trabajo  | $n^s$             | 0,2615 | Promedio horas semana por trabajador.  |
| Participación del trabajo en la función de producción de los bancos                                  | $\gamma$          | 0,3000 | Promedio del <i>ratio</i> (gastos de personal/ ingresos financieros) del sistema financiero.             |
| Tasa de interés que los bancos cobran por los créditos en s.s.                                       | $R$               | 0,0334 | Promedio de la tasa activa trimestralizada del sistema financiero.                                       |
| <i>Ratio</i> (Demanda de trabajo de los bancos comerciales/ oferta de trabajo)                       | $\frac{n^b}{n^s}$ | 0,0068 | Promedio horas semana por trabajador multiplicado por la relación (PEA servicios financieros/PEA total). |
| <i>Ratio</i> (Inversión de las firmas/ producto)   | $\frac{i}{y}$     | 0,2056 | Promedio de la relación (Inversión/producto) excluyendo servicios financieros.                           |
| <i>Ratio</i> (Inversión de los bancos comerciales/ producto)   | $\frac{i^b}{y}$   | 0,0045 | Promedio de la relación (Inversión servicios financieros/ producto) (1).                                 |
| Tasa de depreciación trimestral del capital de los bancos  | $\delta^B$        | 0,0013 | Leao y Leao (2007).  |

Notas: los datos provienen de la ASFI, BCB y el INE.

s.s. Denota estado estacionario.

PEA: Población Económicamente Activa.

(1) Se proyectó la relación en base a un promedio móvil del mismo de 2005-2013.

Los parámetros que quedan implícitos a partir de los anteriores valores son presentados en el Cuadro 4.

**Cuadro 4: Valores implícitos del modelo**

| Definición  | Parámetro         | Valor  |
|---|-------------------|--------|
| Tasa de depreciación trimestral del capital de los firmas         | $\delta$          | 0,0149 |
| Tasa de descuento de los hogares                                  | $\beta$           | 0,9677 |
| <i>Ratio</i> (Consumo/Producto)                                   | $\frac{c}{y}$     | 0,7899 |
| <i>Ratio</i> (Demanda de trabajo de las firmas/oferta de trabajo) | $\frac{n^d}{n^s}$ | 0,9932 |

A partir de los valores calibrados del modelo se obtiene un menor  $\beta$  con relación a trabajos similares, los cuales encuentran un valor de 0.9850 [Machicado, 2006; Vargas, 2010; Cerezo, 2010]. La diferencia del valor de  $\beta$  empleado en el presente trabajo se debe a que  $R$  representa la tasa de interés trimestral activa nominal de los bancos comerciales, ya que se asume que los precios son flexibles y por tanto la inflación es nula (la tasa nominal es igual a la real). Por otra parte, trabajos previos para la economía boliviana [Machicado, 2006; Vargas, 2010] toman un *ratio* de inversión sobre producto significativamente más bajo al considerado en el presente estudio (en torno a 0.11), debido a que dichos trabajo emplearon información previa al año 2005. Por último, Vargas (2010) encuentra que la oferta de trabajo es de 0.43 horas promedio semanal; sin embargo, nosotros encontramos una oferta de trabajo de 0.2615<sup>9</sup>, que es levemente mayor a la evidencia para Estados Unidos 0.2000 [King et al, 1988].

## 8. Resultados de las simulaciones

### *Incremento en la liquidez por parte del banco central*

En cada período la cantidad de dinero en el modelo está determinada por las reservas que el banco central decide prestar al sector bancario y por el multiplicador monetario (el cual depende de la tasa de encaje y el *ratio* billetes y monedas en circulación / oferta monetaria).

Si el banco central incrementa las reservas en 1%, y si esta medida es percibida como permanente, el nivel de precios también aumenta en 1% por lo que no afecta a las variables reales. En cambio cuando el incremento de la liquidez es percibido como temporal, existe impacto en las variables reales.

La respuesta del modelo log-linealizado ante un aumento en la liquidez por parte del banco central del 1% se presenta en el Gráfico 5<sup>10</sup>, para lo cual se consideró que el crecimiento trimestral de la oferta monetaria evoluciona de acuerdo con el siguiente proceso autorregresivo de orden uno<sup>11</sup>:

<sup>9</sup> Se asumió una semana completa (168 horas).

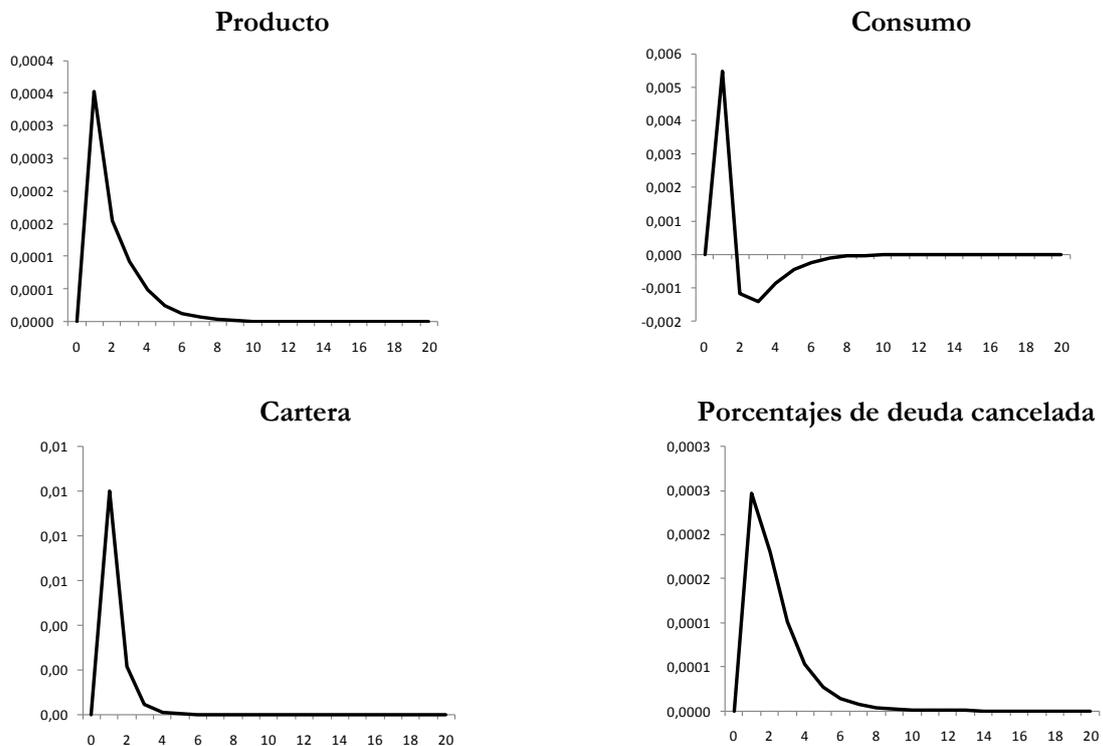
<sup>10</sup> Para la obtención de las funciones impulso respuesta se utilizó la aproximación de primer orden del método de perturbación en el programa Dynare. Los resultados no cambian al emplear la aproximación de segundo orden.

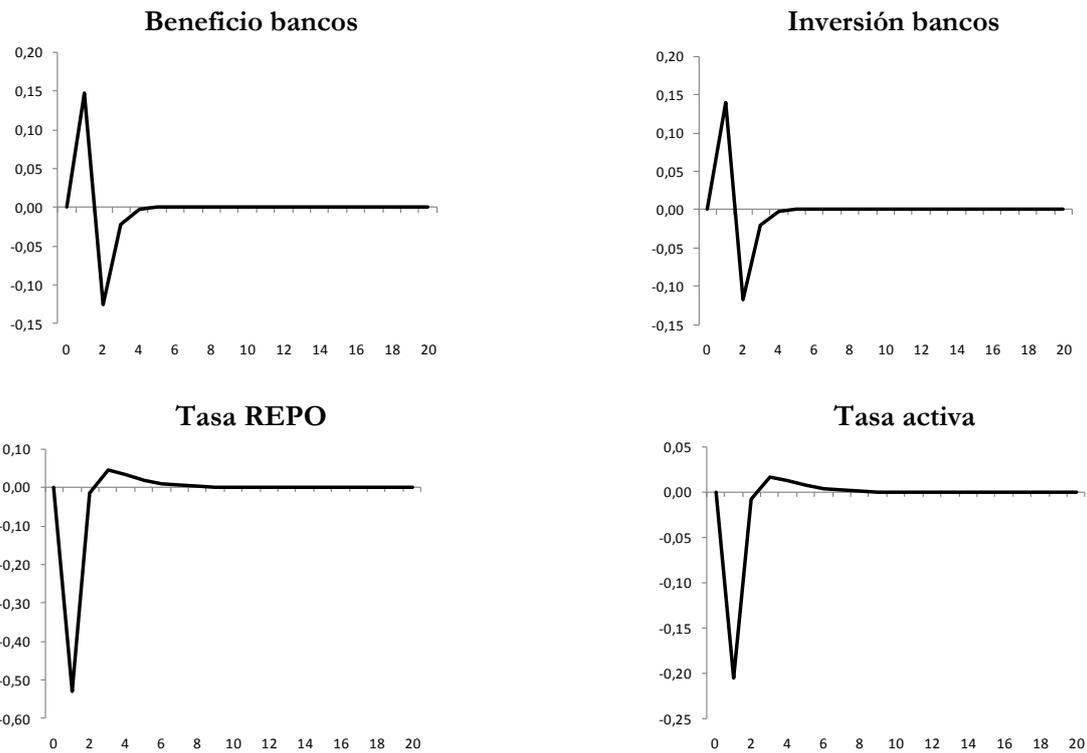
<sup>11</sup> Se estimó a partir de un AR(1) del crecimiento de la base monetaria.

$$\widetilde{m}_t = 0.22\widetilde{m}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

Donde  $\widetilde{m}_t$  es la desviación de  $m_t$  de su valor de estado estacionario y  $\varepsilon_t$  es un término ruido blanco. Al igual que en Leao y Leao (2007), un incremento temporal en la liquidez tiene un efecto pequeño en el porcentaje de desviación con relación al estado estacionario del producto real y el consumo; sin embargo, el incremento en las reservas lleva a un caída significativa de las tasas de interés nominales, principalmente de la tasa repo, lo cual puede racionalizarse de la siguiente manera: cuando el banco central desea incrementar la liquidez necesita persuadir a los bancos a mantener un mayor nivel de reservas y, por tanto, debe reducir la tasa repo. El menor costo de fondeo permite a los bancos reducir la tasa de interés que cobran a los hogares por la otorgación de créditos, lo cual se traduce en un incremento del crédito para la compra de productos elaborados por las firmas. Debido al incremento de la oferta de crédito y mayores expectativas de consumo, el incumplimiento en el pago de la deuda por parte de los hogares disminuye. Como es característico de los modelos sin rigideces de precios, la mayor demanda de productos se traduce en un incremento de precios sin efectos significativos sobre el producto real. Finalmente, con relación a la inversión y los beneficios de los bancos, a medida que la persistencia del shock es mayor, el efecto se traduce en un aumento persistente de ambas variables, lo cual implica una recomposición de recursos hacia la inversión de las firmas, resultado consistente con el trabajo de Lea y Leao (2007); sin embargo, para el caso boliviano, utilizando el parámetro autorregresivo estimado en la ecuación 19 se observa que el shock es neutro.

**Gráfico 5: Respuestas ante una inyección de liquidez del 1%**





Nota: Un valor de 0.01 equivale en el eje vertical de las figuras a 1%. Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

### *Cambio en la tasa de encaje legal*

La respuesta del modelo log-linealizado ante un *shock* en la tasa de encaje del 1% se presenta en el Gráfico 6, para lo cual se consideró que el crecimiento trimestral del encaje legal evoluciona de acuerdo con el siguiente proceso autorregresivo de orden uno<sup>12</sup>:

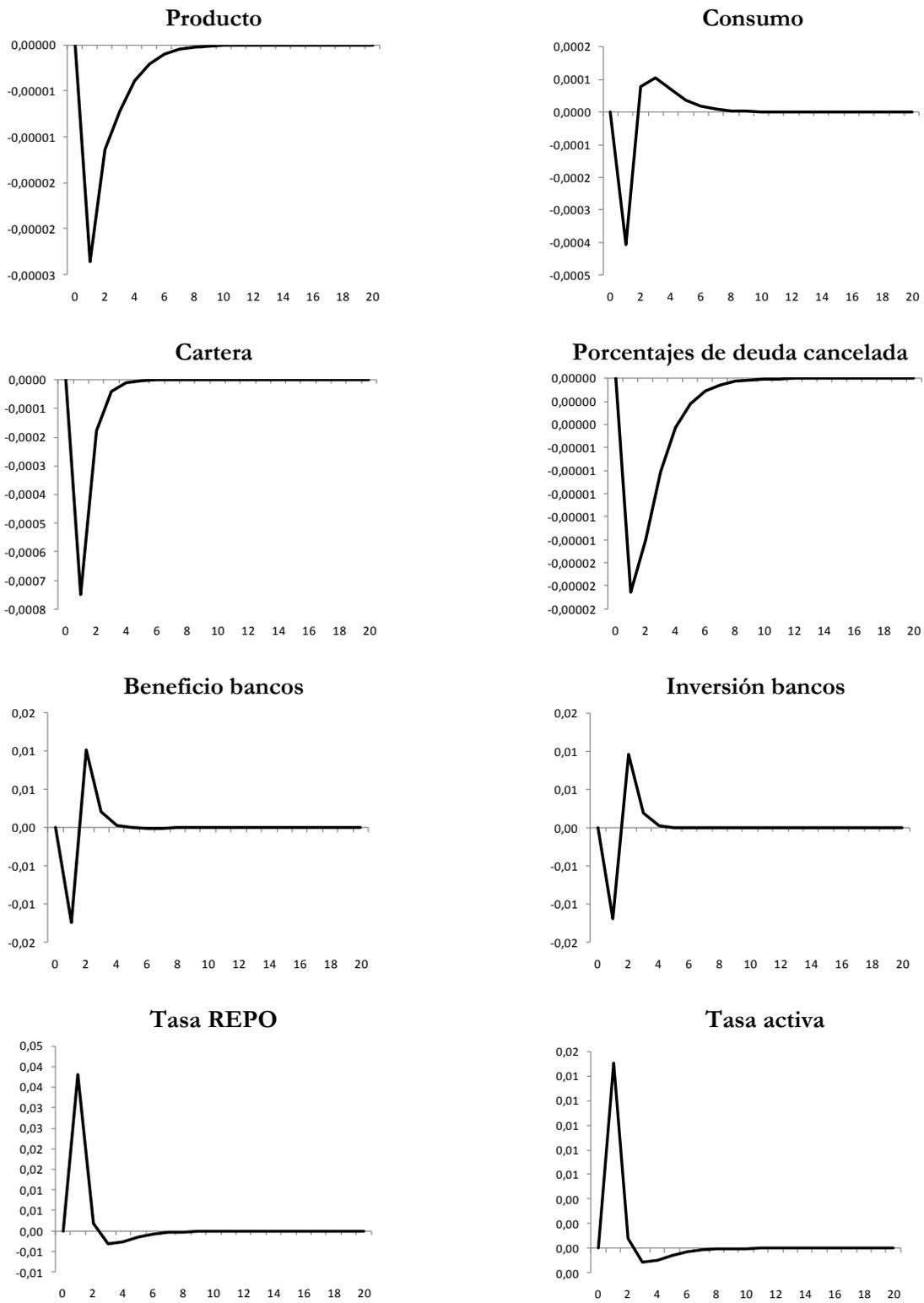
$$\widehat{R}_t^{req} = 0.24\widehat{R}_{t-1}^{req} + \varepsilon_t \quad (20)$$

Donde  $\widehat{R}_t^{req}$  es la desviación de  $R_t^{req}$  de su valor de estado estacionario y  $\varepsilon_t$  es un término ruido blanco. De acuerdo con los resultados un incremento en la tasa de encaje genera una reducción en el producto, el consumo, el crédito y el porcentaje de deuda que deciden pagar los hogares. Este *shock* es equivalente a una política monetaria contractiva, lo cual también es consistente con el aumento de las tasas de interés ( $R^{repo}$  y  $R$ ) obtenidos por el modelo. Al igual que en el *shock* de liquidez, el efecto de un incremento de la tasa de encaje sobre la inversión y beneficios de los bancos es neutro.

Como es de esperar un incremento en la tasa de encaje se traduce en un encarecimiento del crédito (mayores tasas activas) y, por tanto, una reducción de la cartera. El encarecimiento y la menor oferta de crédito generan una disminución de la deuda cancelada por parte de los hogares.

<sup>12</sup> Se estimó a partir de un AR(1) del crecimiento de la tasa de encaje.

**Gráfico 6: Respuestas ante un incremento del encaje legal en 1%**



Nota: Un valor de 0.01 equivale en el eje vertical de las figuras a 1%. Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

Un ejercicio estándar en los modelos RCB consiste en analizar el efecto de innovaciones tecnológicas en las variables macroeconómicas más importantes. Tanto para firmas como para bancos se utilizó una estructura autorregresiva de orden uno y un coeficiente de 0,9 para modelar los procesos tecnológicos en ambos sectores ( $A_t, D_t$ , respectivamente). Los resultados muestran que un *shock* de productividad en las firmas o en los bancos mejora el bienestar general de los hogares en la economía. Las funciones impulso respuesta del producto y el consumo se presentan en el Gráfico 7 del Anexo.<sup>13</sup>

## 9. Conclusiones

En las últimas décadas el sector financiero ha adquirido un rol importante para explicar las fluctuaciones del sector real de la economía. En este sentido, la estabilidad financiera ha surgido como un importante objetivo de política pública, ya que se reconoce que el impacto de una crisis financiera tiene una fuerte repercusión en el sector real, monetario, fiscal y externo.

La crisis financiera que se desarrolló a partir de 2007 ha dejado claro que los modelos macroeconómicos tienen que asignar un papel más importante al sector financiero para analizar la dinámica del ciclo económico ya que no pudieron explicar sus fundamentos. Desde entonces se viene desarrollando una nueva generación de modelos DSGE que intentan incorporar a los intermediarios financieros, reconociendo que el ciclo económico puede ser claramente afectado por el sistema financiero.

El objetivo del presente trabajo es comprender las interacciones entre el sector bancario y el resto de la economía, en particular, entender el impacto de medidas de política monetaria (cambios en la tasa de encaje legal e inyecciones de liquidez) sobre el desempeño de la actividad de intermediación financiera. Para este fin se empleó un modelo DSGE.

El principal resultado del trabajo muestra que la política monetaria tiene efectos sobre el comportamiento del sistema financiero. En el caso de una política de inyección de liquidez por parte del banco central, el crédito otorgado por los bancos y la proporción de deuda que los hogares deciden pagar aumentan (reducción de la morosidad), lo cual tiene un efecto positivo sobre la estabilidad financiera y la actividad económica en general; asimismo el incremento de la liquidez se refleja en menores tasas de interés nominales, (en especial la tasa repo) lo que mejora las condiciones crediticias para los bancos y los hogares. En términos empíricos, estos hallazgos son consistentes con el incremento importante de la liquidez en el período analizado (2005-2013), así como el crecimiento de la cartera y la reducción del *ratio* de morosidad.

---

<sup>13</sup> Se omiten el resto de los resultados, pero pueden ser solicitados a los correos de los autores.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de De Walque *et al.* (2010) quienes demuestran que inyecciones de liquidez reducen la fragilidad financiera en un modelo DSGE calibrado para los Estados Unidos, cuyo objetivo es entender la importancia de las autoridades monetarias y supervisoras para restablecer el funcionamiento de los mercados financieros.

El incremento en la tasa de encaje es percibido en el modelo como una política monetaria contractiva. Una mayor tasa de encaje se traduce en una mayor tasa de interés repo y tasa de interés activa, lo que se traduce en una reducción del crédito y disminución de la proporción de deuda que los hogares deciden cancelar, aunque este último efecto no es de gran magnitud. La reducción del dinamismo del crédito se traduce en un menor producto y consumo. Entre 2004 y 2014 la tasa de encaje en moneda extranjera pasó de 12% a 66,5%, mientras que la cartera en la misma denominación pasó de \$us3.101 millones a \$us1.095 millones (reducción de 65% en todo el período).

En síntesis, de acuerdo con el modelo presentado la política monetaria, ya sea a través de inyección de liquidez o modificaciones en la tasa de encaje legal, tendría efectos sobre el desempeño del sistema financiero y, por tanto, sobre la estabilidad financiera. A diferencia de Pérez (2009), un incremento de liquidez tendría efectos positivos en términos de estabilidad financiera, mientras que aumentos en la tasa de encaje podrían ser utilizados para contraer la expansión excesiva del crédito.

El documento se constituye en un primer paso para construir un marco analítico para estudiar las interacciones del sistema financiero con el resto de la economía en Bolivia. Extensiones del trabajo incluyen el análisis de otros tipos de *shocks*, como por ejemplo variaciones en el nivel de previsiones. También es posible extender el modelo para analizar el mercado interbancario a través de la incorporación de un banco depositario como el De Walque *et al.* (2010). Finalmente, se deja para futuras investigaciones el análisis de rigideces de precios y estructuras de mercado diferentes a la competencia perfecta utilizando el enfoque nekeynesiano.

## Anexo

El siguiente conjunto de ecuaciones define el equilibrio del modelo:

$$\frac{1}{c_t} = \lambda_t \quad (21)$$

$$\frac{\emptyset}{1 - n_t^s} = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \frac{w_t}{1 + \widetilde{p}_{t+1}} \right] \quad (22)$$

$$\lambda_t = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} v_{t+1} \frac{1 + R_t}{1 + \widetilde{p}_{t+1}} \right] \quad (23)$$

$$(1 + R_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{1 + \widetilde{p}_t} = \chi(1 - v_t) \quad (24)$$

$$\lambda_t q_t = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \left( \frac{\pi_t}{1 + \widetilde{p}_{t+1}} + q_{t+1} \right) \right] \quad (25)$$

$$\lambda_t q_t^{b,l} = E_t \left[ \beta \lambda_{t+1} \left( \frac{\pi_t^{b,l}}{1 + \widetilde{p}_{t+1}} + q_{t+1}^{b,l} \right) \right] \quad (26)$$

$$c_t = b_t + (1 + R_{t-1})(1 - v_t) \frac{b_{t-1}}{1 + \widetilde{p}_t} - \frac{\chi}{2} (1 - v_t)^2 \quad (27)$$

$$\alpha \frac{y_t}{n_t^d} = w_t \quad (28)$$

$$E_t \left[ \frac{P_{t+1}}{1 + R_{t+1}} (1 - \alpha) \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} + (1 - \delta) \right] = P_t \quad (29)$$

$$NI_t \gamma \frac{b_t^s}{n_t^b} = w_t \quad (30)$$

Donde  $NI_t = R_t v_{t+1} - [\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)] R_t^{repo} - \zeta(1 - v_{t+1})$

$$E_t \left[ \frac{P_{t+1}}{1 + R_{t+1}} NI_{t+1} (1 - \gamma) \frac{b_{t+1}^s}{k_{t+1}^b} + (1 - \delta^B) \right] = P_t \quad (31)$$

$$HP_t c_t + FP_t i_t + LP_t i_t^b = FP_t y_t \quad (32)$$

$$Hn_t^s = Fn_t^d + Ln_t^b \quad (33)$$

$$Hz_{t+1} = 1 \quad (34)$$

$$Hz_{t+1}^{b,l} = 1 \quad (35)$$

$$L[\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)]b_t^s = m_t \quad (36)$$

$$HP_t b_t = LP_t b_t^s \quad (37)$$

$$\widetilde{p}_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1 \quad (38)$$

$$P_t \pi_t = P_t y_t - P_t w_t n_t^d - P_t i_t \quad (39)$$

$$P_t \pi_t^{b,l} = NI_t P_t b_t^s - P_t w_t n_t^b - P_t i_t^b \quad (40)$$

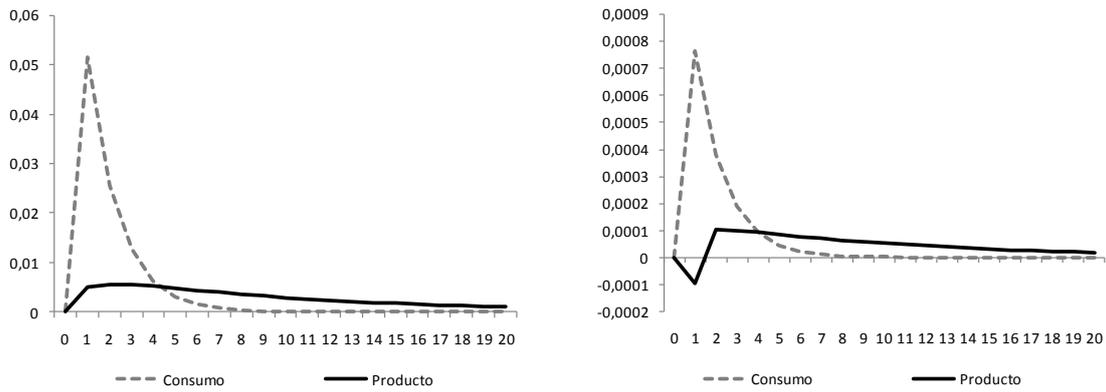
$$b_t^s = D_t (k_t^b)^{1-\gamma} (n_t^b)^\gamma \quad (41)$$

$$y_t = A_t (k_t)^{1-\alpha} (n_t^d)^\alpha \quad (42)$$

$$k_{t+1}^s = i_t^b + (1 - \delta_B) k_t^b \quad (43)$$

$$k_{t+1} = i_t + (1 - \delta) k_t \quad (44)$$

**Gráfico 7: Respuestas ante un *shock* del 1% en el factor tecnológico**  
**Firmas** **Bancos**



Nota: Un valor de 0.01 equivale en el eje vertical de las figuras a 1%.  
 Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

## 10. Bibliografía

- Angelini, P., Clerc, L., Cúrdia, V., Gambacorta, L., Gerali, A., Locarno, A., y Vlček, J. (2011). Basel III: Long-term impact on economic performance and fluctuations. Disponible en SSRN 1785522.
- Beau, D., L. Clerc, y B. Mojon, 2011, “Macro-prudential Policy and the Conduct of Monetary Policy,” Bank of France Occasional Paper 8 (Paris: Banque de France).
- Bernanke, B. S., Gertler, M., y Gilchrist, S. (1999). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. *Handbook of macroeconomics*, 1, 1341-1393.
- Cerezo, S. (2010). Un Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico para el análisis de la política monetaria en Bolivia. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, 13, 49.
- Christensen, I., y Dib, A. (2008). The financial accelerator in an estimated New Keynesian model. *Review of Economic Dynamics*, 11(1), 155-178.
- Christiano, L. J., Motto, R. y Rostagno, M. (2010). Financial factors in economic fluctuations. In 2010 Meeting Papers (No. 141). Society for Economic Dynamics.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., y Evans, C. L. (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of political Economy*, 113(1), 1-45.
- Claessens, S., Kose, M. A., y Terrones, M. E. (2012). How do business and financial cycles interact?. *Journal of International economics*, 87(1), 178-190.
- Cossio, J., Laguna, M., Martín, D., Mendieta, P., Mendoza, R., Palmero, M., & Rodríguez, H. (2008). La inflación y políticas del Banco Central de Bolivia. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, 10, 73.
- Curdia, V., y Woodford, M. (2010). Credit spreads and monetary policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 3-35.
- Curdia, V., y Woodford, M. (2009). Conventional and Unconventional Monetary Policy. FRB of New York Staff Report, (404).
- Dib, A. (2010). Banks, credit market frictions, and business cycles (No. 2010, 24). Bank of Canada Working Paper.
- Díaz, O. (2013). Identificación de booms crediticios en América Latina. *Revista de Análisis del BCB*, 19(2), 9-56.
- De Walque, G., Pierrard, O., y Rouabah, A. (2010). Financial (in) stability, supervision and liquidity injections: A dynamic general equilibrium approach. *The Economic Journal*, 120(549), 1234-1261.
- Foerster, A., y Cao, G. (2013). Expectations of Large-Scale Asset Purchases. Federal Reserve Bank of Kansas City, *Economic Review*, 98(2), 5-29.
- Gertler, M., y Karadi, P. (2011). A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 58(1), 17-34.
- Gertler, M., y Kiyotaki, N. (2010). Financial intermediation and credit policy in business cycle analysis. *Handbook of monetary economics*, 3(3), 547-599.

- Goodfriend, M., y McCallum, B. T. (2007). Banking and interest rates in monetary policy analysis: A quantitative exploration. *Journal of Monetary Economics*, 54(5), 1480-1507.
- Goodhart, C., Osorio, C., y Tsomocos, D. P. (2009). Analysis of monetary policy and financial stability: A new paradigm.
- Goodhart, C., P. Sunirand y D. Tsomocos. (2006). A model to analyse financial fragility. *Economic Theory*, 27, pp. 107-142.
- Hilberg, B., y Hollmayr, J. (2012). Asset Prices, Collateral and Unconventional Monetary Policy in a DSGE model. Disponible en: [aeaweb.org](http://aeaweb.org).
- Iacoviello, M. (2005). House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle. *American Economic Review*, 739-764.
- Ireland, P. N. (2003). Endogenous money or sticky prices?. *Journal of Monetary Economics*, 50(8), 1623-1648.
- International Monetary Fund (2015); Global Financial Stability Report – October 2015.
- Jemio, L. C. (2006) Volatilidad Externa y el Sistema Financiero en Bolivia. Disponible en: [researchgate.net](http://researchgate.net).
- Jemio, L. C. (2000). Crunch de crédito en el sistema financiero boliviano. Disponible en: [iidee.net](http://iidee.net).
- King, R. G., Plosser, C. I., y Rebelo, S. T. (1988). Production, growth and business cycles: II. New directions. *Journal of Monetary Economics*, 21(2), 309-341.
- Kiyotaki, N., y Moore, J. (1997). Credit chains. *Journal of Political Economy*, 105(21), 211-248.
- Leao, E. R., y Leao, P. R. (2007). Modelling the central bank repo rate in a dynamic general equilibrium framework. *Economic Modelling*, 24(4), 571-610.
- Leao, E. R. (2003). A dynamic general equilibrium model with technological innovations in the banking sector. *Journal of Economics*, 79(2), 145-185.
- Machicado Salas, C. G. (2006). Welfare Gains from Optimal Policy in a Partially Dollarized Economy (No. 10/2006). Institute for Advanced Development Studies.
- Modigliani, F., y Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American economic review*, 261-297.
- Pérez-Reyna, D. (2009). Una aproximación para analizar la estabilidad financiera por medio de un DSGE (No. 040). Banco de la República de Colombia.
- Rodríguez, H. (1999). Regulación monetaria: Una evaluación a la Reforma del Encaje Legal. Universidad Católica Boliviana.
- Smets, F., y Wouters, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach. National bank of belgium working paper, (109).
- Vargas, M. (2010). Análisis del crecimiento y ciclos económicos: Una aplicación general para Bolivia. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, 13, 09.