

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

Oscar A. Díaz Quevedo\*  
Ignacio Garrón Vedia\*\*

---

\* Analista financiero sénior, Gerencia de Entidades Financieras, Banco Central de Bolivia. Correo electrónico: odiaz@bcg.gov.bo.

\*\* Economista, Gerencia de Investigación Económica – Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). Correo electrónico: igarron@cemla.org.

Nota editorial.- El contenido del presente documento es de responsabilidad de los autores y no compromete la opinión del Banco Central de Bolivia.

## RESUMEN

La crisis financiera internacional que empezó en 2007, ha dejado en 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.

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

**Palabras clave:** *Modelo DSGE, estabilidad financiera, política monetaria*

# A Dynamic Stochastic General Equilibrium model to analyze the effect of monetary policy on the **Bolivian financial system**

## ABSTRACT

The international financial crisis that began in 2007 has made it clear that macroeconomic models have to assign a greater role to the financial sector in order to understand the dynamics of the economic cycle. The objective of this paper is to understand the interactions between the banking sector and the rest of the economy, in particular, to understand the impact of monetary policy measures (changes in the legal reserve ratio and injections of liquidity) on the performance of the activity of financial intermediation. A DSGE model was used for this purpose. The results of the model show that monetary policy, either through liquidity injection or changes in the legal reserve rate, would have an effect on the performance of the financial system, and thus on financial stability. Increase in liquidity would have positive effects in terms of financial stability, while increases in the reserve ratio could be used to contract the excessive expansion of credit.

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

**Keywords:** *DSGE model, financial stability, monetary policy*

## I. 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 los sectores real, monetario, fiscal y externo. Una señal visible de la importancia que ha cobrado la mencionada estabilidad, 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 (BCB) publica ininterrumpidamente con periodicidad semestral, desde 2006, el Informe de Estabilidad Financiera 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) analizaron 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.

---

1 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.

2 A partir de la promulgación de la Ley de Servicios Financieros en 2013 (Gaceta Oficial de Bolivia, 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.

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 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 en 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 viene desarrollando una nueva generación de modelos DSGE que intenta incorporar a los intermediarios financieros, reconociendo que el ciclo económico puede ser claramente afectado por el sistema financiero.

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, 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 et al. (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. (2008). 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 la sustitución de activos en la banca (Caicedo y Pérez, 2010), restricciones al crédito de consumo (Caicedo y Estrada, 2010) y el capital contra-cíclico (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 II y III se presenta de manera

sintética el desarrollo del modelo DSGE que incorpora fricciones financieras y los principales hechos estilizados referidos a la política monetaria en Bolivia, y el desempeño reciente del sistema financiero boliviano. En la sección IV se introduce el modelo utilizado, y a continuación las condiciones de equilibrio de los mercados del modelo (sección V) y las ecuaciones que definen el equilibrio del mercado competitivo (sección VI). En la sección VII se explica la calibración del modelo y se muestran los principales resultados de los *shocks* analizados. Finalmente, en las secciones VIII y IX se presentan los principales resultados y conclusiones, respectivamente.

## II. 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): en los que se 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 en una 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): se desarrolla 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 de 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** (Goodfriend y McCallum, 2007; Angelini 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, costos asociados a modificaciones en los términos de los contratos de crédito – por ejemplo, la renegociación de las condiciones del contrato por la presencia de asimetrías de información).

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 línea con los modelos RBC, Leao (2003) extiende el DSGE base propuesto por King et al. (1988) al incluir al 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 tienen repercusiones asimétricas: lo primero implica un impulso al producto, consumo y crédito, mientras que lo 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 contractivas 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 trata 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 (terratenientes) para que produzcan bienes finales.

En esta línea de investigaciones por ejemplo, De Walque et al. (2010) desarrollan un DSGE en el que introducen 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, 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.

### **III. Hechos estilizados**

#### ***La política monetaria en Bolivia***

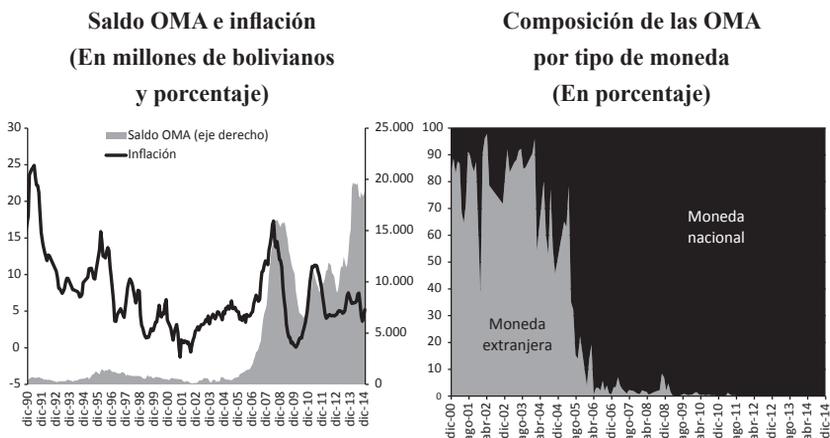
De acuerdo con la Ley 1670 del Banco Central de Bolivia (Gaceta Oficial de Bolivia, 1995), el objetivo del BCB es procurar la estabilidad del poder adquisitivo interno de la moneda nacional. Para ello, el BCB regula la liquidez del sistema financiero, principalmente a través de Operaciones de Mercado 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 parte de 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 Cossío 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 como es 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 de las 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**



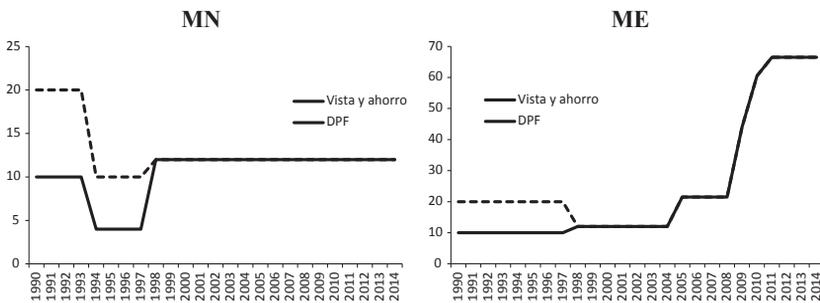
Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y del BCB

El BCB, en cumplimiento a las atribuciones que le confiere 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) crear 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 (acorde con el objetivo macro del encaje).

**Gráfico 2: TASAS DE ENCAJE POR DENOMINACIÓN**  
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del BCB

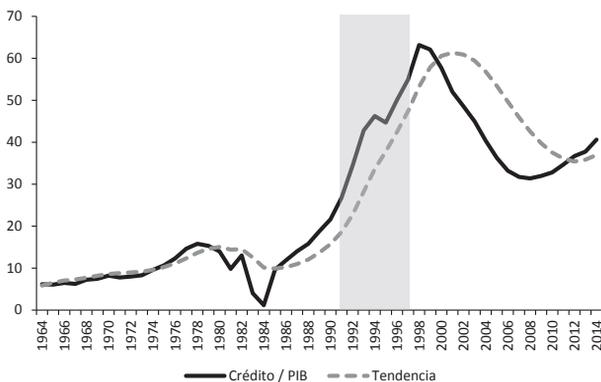
### *Actividad de intermediación financiera en Bolivia*

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

3 El sistema de intermediación financiera está compuesto por bancos múltiples, bancos PYME, entidades financieras de vivienda y cooperativas de ahorro y crédito.

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, como el ratio de cartera a PIB, que 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 PORCENTAJE DEL PIB**

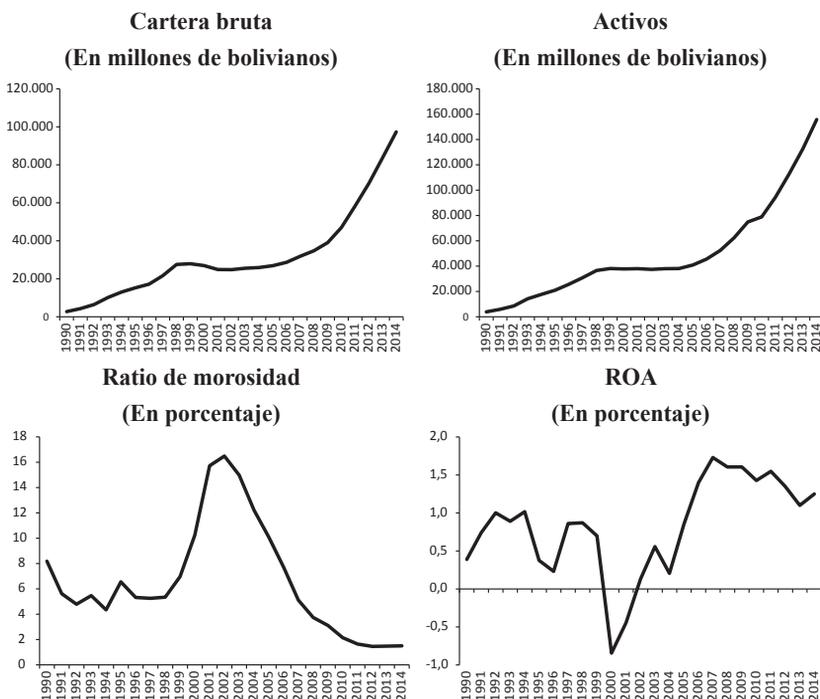


Fuente: Actualización con base en Díaz (2013)

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 procíclico.

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 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).

**Gráfico 4: PRINCIPALES VARIABLES DEL SISTEMA DE INTERMEDIACIÓN FINANCIERA**

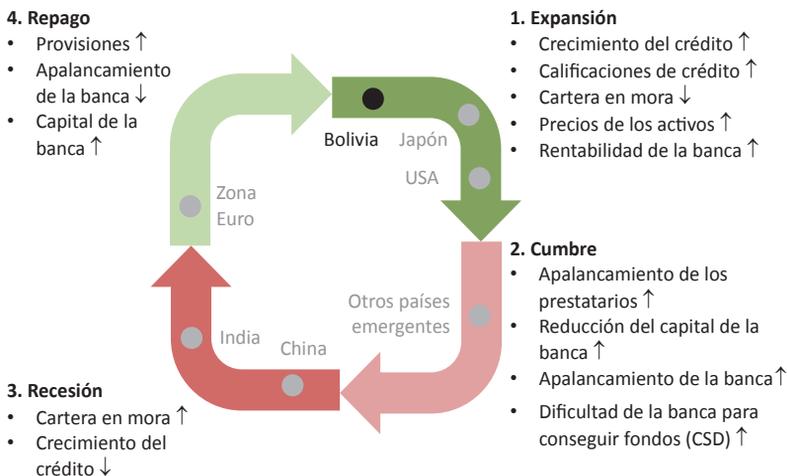


Fuente: Elaboración propia con datos de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI)

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 (FMI) (Diagrama 1) que caracteriza el ciclo del crédito. En 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.

**Diagrama 1: CICLO DEL CRÉDITO**



Fuente: Adaptado de *International Monetary Fund* (2015), p. 10

Nota: CSD: Crédito sobre depósitos

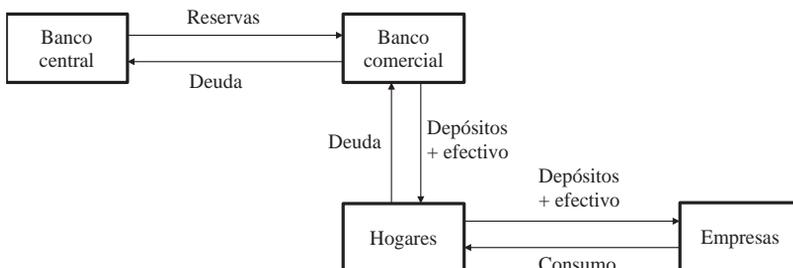
## IV. El modelo

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 incurrir 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, y ii) introduce un multiplicador monetario, el cual afecta directamente al crédito.

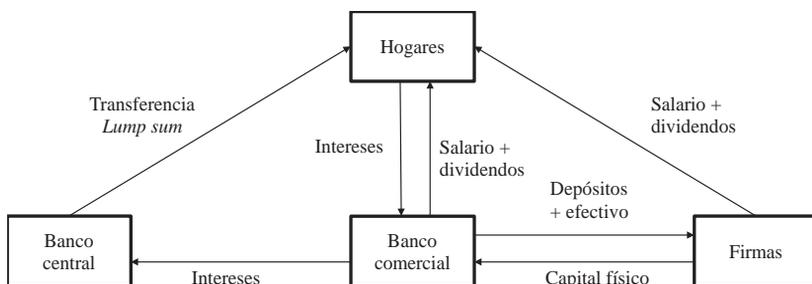
El flujo de la economía se presenta en el Diagrama 2. El banco central presta reservas (éstas son necesarias para cubrir los requerimientos de encaje legal y el dinero en circulación) a los bancos comerciales a una tasa de reporto, las cuales son utilizadas para otorgar créditos a los hogares. Los depósitos son creados cuando el banco comercial otorga créditos a los hogares, 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*).

**Diagrama 2: ESQUEMA DEL FLUJO DE DINERO**



Fuente: Extraído de Leao y Leao (2007), p. 574

Al final del periodo, el total del dinero llega a las firmas. Posteriormente, el dinero vuelve a los hogares en forma de dividendos, salarios y transferencias (Diagrama 3). En este punto, los hogares deciden endógenamente qué 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 Diagrama 3.

**Diagrama 3: TRANSFERENCIAS A LOS HOGARES**

Fuente: Extraído de Leao y Leao (2007) p. 575

Siguiendo a Leao y Leao (2007), se definen las funciones de utilidad de los hogares y las funciones de producción de los bancos y de las empresas. En el primer caso se asume que la utilidad está determinada por el consumo y el ocio  $[u(c_t, \ell_t)]^4$ . El objetivo del hogar representativo es maximizar la utilidad en cada período:  $U_0 = E_0 [\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, \ell_t)]$ , donde  $\beta$  es un factor de descuento ( $0 < \beta < 1$ ).

En cada período cada hogar tiene una determinada dotación de tiempo, la cual puede ser destinada a trabajar o al ocio; la dotación se normaliza a uno y puede ser representada como:  $n_t^s + \ell_t = 1$ , donde  $n_t^s$  es la oferta de trabajo de los hogares en el período  $t$ .

Se asume que la función de producción de las empresas está representada por una función Cobb-Douglas, la cual queda determinada por la siguiente ecuación:

$$y_t = A_t F(k_t, n_t^d) \quad (1)$$

donde  $y_t$  representa el nivel de producción de la firma,  $A_t$  denota el nivel o parámetro tecnológico,  $k_t$  es el acervo de capital físico al inicio del período  $t$  y  $n_t^d$  representa el porcentaje de horas trabajadas (demanda

4 Se asumen las propiedades usuales de la función de consumo.

de trabajo de la firma).<sup>5</sup> El capital se acumula inter-temporalmente a partir de la siguiente regla:

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

donde  $i_t$  denota la inversión en capital físico realizada en el período  $t$  y  $\delta$  es el porcentaje en el que se deprecia el capital en cada período.

En el caso de los bancos también se asume una función de producción Cobb-Douglas, a través de la cual se determina el nivel de crédito a partir de la combinación de capital y trabajo.

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

donde  $b_t^s$  es la oferta real de créditos,  $D_t$  refleja el nivel tecnológico,  $k_t^b$  es el *stock* de capital del banco,  $n_t^b$  representa la demanda de trabajo del banco y  $\gamma$  es la participación del trabajo en la función de producción,  $\gamma \in (0,1)$ . La acumulación de capital viene dada por la siguiente regla:

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

Todas las empresas y todos los bancos ingresan al período  $t$  con un determinado *stock* de capital, el cual se determina al comienzo del período y por tanto no puede ser cambiado en el transcurso del período  $t$ .

Con relación a la estructura de mercado, como señalan Leao y Leao (2007), es posible identificar 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. Se asume competencia perfecta y flexibilidad de los precios.

---

5 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  $\alpha \in (0,1)$ .

## 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  $\beta \in (0,1)$ :

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

Sujeto a la restricción presupuestaria  $I_t = EG_t$ .

La cantidad total de dinero que un hogar obtiene al comienzo del período  $t$ ,  $I_t^6$  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  $t - 1$ :

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

$$+ \sum_{l=1}^L z_t^{b,l} \frac{\pi_{t-1}^{b,l}}{1 + \tilde{p}_t} + \sum_{f=1}^F z_t^f q_t^f + \sum_{l=1}^L z_t^{b,l} q_t^{b,l}$$

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 circulante (monedas y billetes en la economía),  $1 - \theta_{t-1}$  la proporción 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

6 Los ingresos están expresados en términos reales.

definidos como la proporción de acciones, el valor de las acciones y sus beneficios en relación a firmas y bancos respectivamente. Finalmente,  $\tilde{p}_t$  se define como la tasa de inflación:  $\tilde{p}_t = (P_t/P_{t-1})-1$ .

En cambio sus egresos  $EG_t$ <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  $t$ :

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

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.

Las condiciones iniciales señalan que el hogar empieza en 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 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.

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

7 Los egresos están expresados en términos reales.

8 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).

$$EG_1 = (1 + R_{-1}) \frac{b_{-1}}{1 + \bar{p}_0} \quad (9)$$

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

## b. Firmas

Los beneficios nominales de las empresas son:

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

donde  $P_t y_t$  representa el ingreso de las empresas por la venta del bien de consumo. Se asume que las firmas, al igual que los bancos, pagan dividendos a hogares sólo al final de cada período. En el período cero las empresas maximizan el valor presente de sus activos (VA):

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

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

## c. Bancos

Siguiendo a 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 de período  $t$ , la oferta de créditos es  $B_t^s$ , lo cual da origen a la creación de depósitos a la vista.  $\theta_t$  corresponde al porcentaje de depósitos que los hogares convierten en billetes y monedas para realizar compras a las firmas. En este contexto  $\theta_t B_t^s$  corresponde al dinero en circulación y  $(1 - \theta_t) B_t^s$  es la cantidad de depósitos a la vista. 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  $t$  corresponden a la siguiente expresión:

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

donde  $R_t$  es la tasa de interés que los bancos cobran por los créditos,  $R_t^{repro}$  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:

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

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

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

$NI_t$  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).

## V. 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:  $HZ_{t+1}^f = 1$  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.

## VI. Equilibrio del mercado competitivo

El equilibrio del modelo está descrito por las ecuaciones (21) a (44) del Apéndice. 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 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  $(D_t, A_t, r_t^{req}, m_t, \theta_t)$ .

## VII. 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 los estados estacionarios de sus variables<sup>9</sup>. 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 1.

---

9 Las ecuaciones log-linealizadas se presentan en el Apéndice, ecuaciones 45 a 64.

**Cuadro 1: 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-ratio de morosidad) del sistema financiero.
Porcentaje de cartera vencida que se debe provisionar en s.s.	$\zeta$	0,3797	Relación de las previsiones 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.
<b>Ratio</b> (Monedas y billetes en circulación/oferta monetaria)	$\theta$	0,6700	Ratio (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 ratio (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.
<b>Ratio</b> (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).
<b>Ratio</b> (Inversión de las firmas/producto)	$\frac{i}{y}$	0,2056	Promedio de la relación (Inversión/producto) excluyendo servicios financieros.
<b>Ratio</b> (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).

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI, INE, BCB, Machicado (2006), Leao y Leao (2007)

Notas: s.s. denota estado estacionario.

PEA: Población Económicamente Activa.

(1) Se proyectó la relación en base a un promedio móvil para el periodo 2005-2013.

Los parámetros que quedan implícitos a partir de los anteriores valores son presentados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2: 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
<b>Ratio</b> (Consumo/Producto)	$\frac{c}{y}$	0,7899
<b>Ratio</b> (Demanda de trabajo de las firmas/ oferta de trabajo)	$\frac{n^d}{n^s}$	0,9932

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI, INE, BCB, Machicado (2006), Leao y Leao (2007)

A partir de los valores calibrados del modelo se obtiene un menor  $\beta$  con relación a trabajos similares, en los cuales se encontró 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, y a 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 trabajos 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>10</sup>, que es levemente mayor a la evidencia para Estados Unidos: 0,2000. [King et al, 1988].

## VIII. Resultados de las simulaciones

### *Momentos de las variables*

En ésta sección se reportan los momentos no condicionados, simulados con el modelo DSGE, frente a aquellos calculados a partir de las series históricas trimestrales del período 2001-2013, a partir de la disponibilidad de información. Primero se desestacionalizaron las series y luego se utilizó el filtro de Hodrick y Prescott (HP) para obtener

10 Se asumió una semana completa (168 horas).

las variables como desviaciones alrededor del estado estacionario (tendencia de largo plazo por HP).

Las correlaciones con el producto del modelo tienen los mismos signos que los datos observados, salvo el porcentaje de deuda cancelada y la tasa activa. En el caso de las correlaciones con el crédito, el modelo muestra un buen ajuste con relación a las correlaciones observadas, principalmente con las variables de consumo, beneficio de los bancos y el porcentaje de la deuda cancelada (Cuadro 3). En el Cuadro A.1 del Apéndice se presentan las volatilidades del modelo y de los datos; de acuerdo con los resultados del modelo las series más volátiles son las tasas activas, la tasa repo y los beneficios y la inversión de los bancos. En general, se observa que el modelo reproduce adecuadamente el comportamiento cíclico de algunas variables financieras: crédito, ratio de morosidad y los beneficios de los bancos. El hecho de no incorporar al gobierno ni al sector externo en el modelo, podría afectar los resultados hallados.

**Cuadro 3: CORRELACIONES CONTEMPORÁNEAS DE LOS CICLOS**

Variables	Datos		Modelo	
	Producto ( $y$ )	Crédito ( $b$ )	Producto ( $y$ )	Crédito ( $b$ )
Producto ( $y$ )	1	0,15	1	0,03
Crédito ( $b$ )	0,15	1	0,03	1
Consumo ( $c$ )	0,26	0,28	0,94	0,33
Beneficios bancos ( $\pi^{b,l}$ )	0,23	0,27	0,13	0,24
Inversión bancos ( $i^{b,l}$ )	0,58	-0,05	0,13	0,24
Porcentaje de deuda cancelada* ( $v$ )	0,17	0,27	-0,93	0,29
Tasa activa ( $R$ )	0,18	0,09	-0,76	-0,65
Tasa repo ( $R^{repo}$ )	-0,08	-0,55	-0,77	-0,64

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI, INE, BCB, Machicado (2006), Leao y Leao (2007)

Nota: \* El porcentaje de deuda cancelada se define como: (1-ratio de morosidad).

## *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'):

$$b_t^s = \left[ \frac{1}{\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)} \right] m_t$$

De este multiplicador monetario, se desprende el canal de transmisión mediante el cual el banco central afecta a través de la liquidez al sistema financiero en el modelo. Dado que  $0 \leq \theta_t$ ,  $r_t^{req} \leq 1$ , el efecto de un incremento en la liquidez será positivo sobre la oferta de crédito:

$$\frac{\partial b_t^s}{\partial m_t} = \left[ \frac{1}{\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)} \right] > 0$$

Asimismo, 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>11</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>12</sup>:

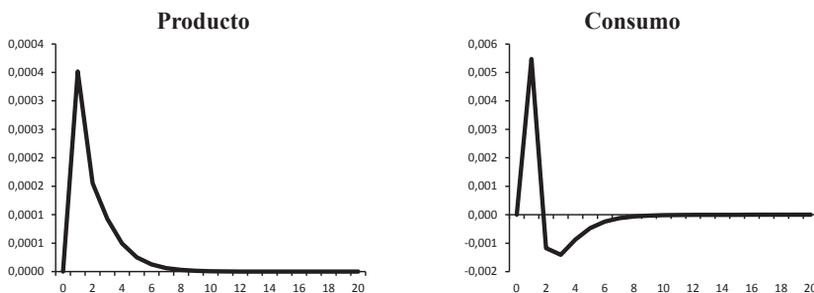
$$\widetilde{m}_t = 0.22\widetilde{m}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

11 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.

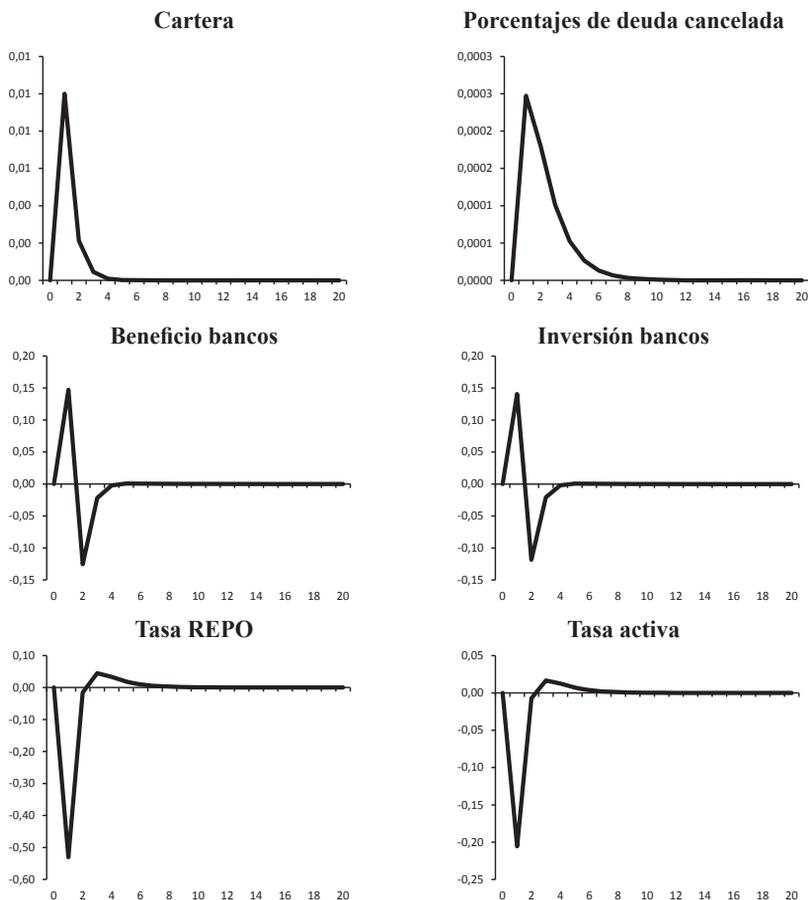
12 Se estimó a partir de un AR(1) del crecimiento de la base monetaria, con datos trimestrales correspondientes al período 2001-2003.

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 una caída significativa de las tasas de interés nominales, principalmente de la tasa repo, lo cual puede racionalizarse de la siguiente manera: si el banco central desea mantener una postura expansiva (incrementos de la liquidez) debe incentivar a que los bancos comerciales mantengan un mayor nivel de reservas, para ello necesitará reducir el costo de fondeo para los bancos (menor tasa repo), lo cual se traducirá en menores tasas activas para los hogares y una mayor inyección de recursos a la economía a través de un incremento del crédito y una mayor demanda de bienes de consumo. 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. Dadas las 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 Leao 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%**



**Gráfico 5: RESPUESTAS ANTE UNA INYECCIÓN DE LIQUIDEZ DEL 1% (Cont.)**



Fuente: Elaboración propia

Nota: Un valor de 0,01 equivale a 1% en el eje vertical de las figuras.

Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

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

De manera análoga al anterior apartado, podemos analizar el canal de transmisión mediante el cual el banco central afecta a través del encaje legal al sistema financiero en el modelo. Dado que  $0 \leq \theta_t, r_t^{req} \leq 1$  y  $m_t \gg 0$ , el efecto de un incremento de la tasa de encaje legal será negativo sobre la oferta de crédito:

$$\frac{\partial b_t^s}{\partial r_t^{req}} = -(1 - \theta_t) * \left\{ \frac{1}{[\theta_t + r_t^{req}(1 - \theta_t)]^2} \right\} * m_t < 0$$

De la misma manera, un incremento del circulante en la economía (ratio 'monedas y billetes en circulación/oferta monetaria'), el cual se entiende como el circulante líquido de los hogares, tiene un efecto negativo sobre la oferta de crédito<sup>13</sup>:

$$\frac{\partial b_t^s}{\partial \theta_t} = -(1 - r_t^{req}) * \left\{ \frac{1}{[r_t^{req} + \theta_t(1 - r_t^{req})]^2} \right\} * m_t < 0$$

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>14</sup>:

$$\widehat{R_t^{req}} = 0,24\widehat{R_{t-1}^{req}} + \varepsilon_t \quad (20)$$

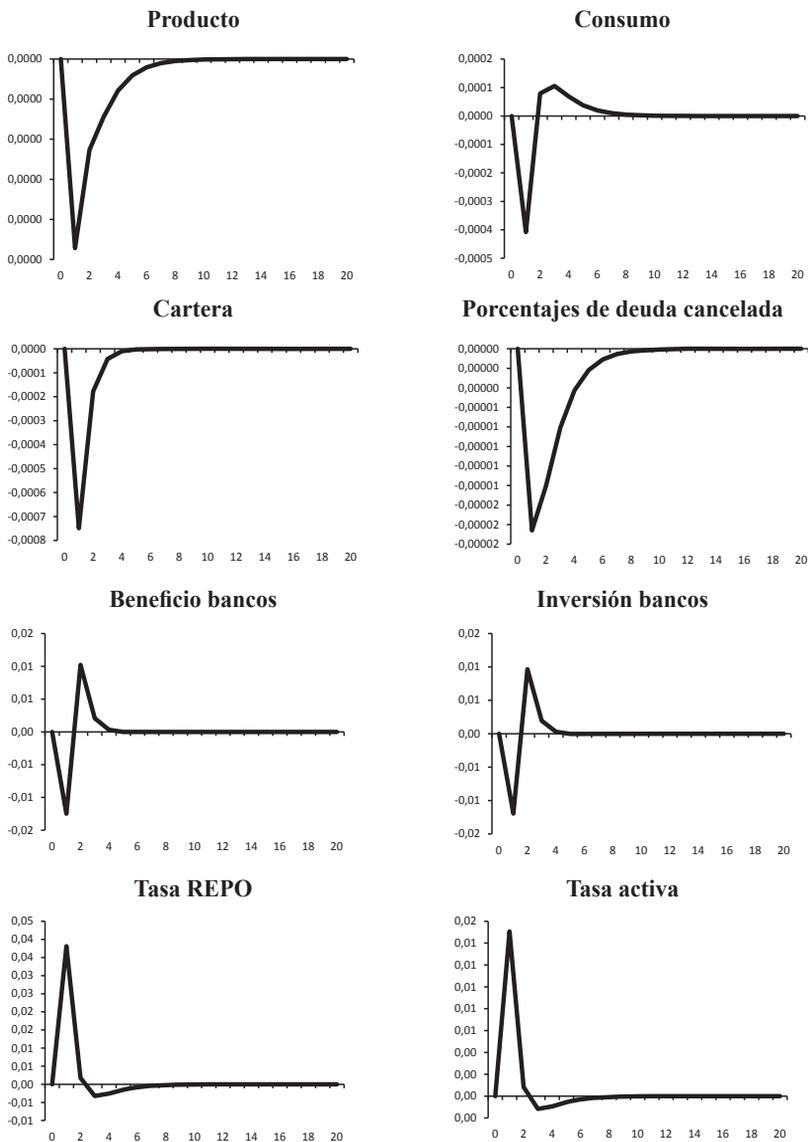
donde  $\widehat{R_t^{req}}$  es la desviación de  $R_t^{req}$  de su valor de estado estacionario y  $\varepsilon_t$  es un término ruido blanco. De acuerdo con los resultados, un incremento en la tasa de encaje genera una reducción en el producto, el consumo, el crédito y el porcentaje de deuda que 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 ( $R^{epo}$  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.

13 En el documento no se analiza este *shock*, ya que es similar al *shock* de encaje legal.

14 Se estimó a partir de un AR(1) del crecimiento de la tasa de encaje con información para el período 2001-2013.

**Gráfico 6: RESPUESTAS ANTE UN INCREMENTO DEL ENCAJE LEGAL EN 1%**



Fuente: Elaboración propia

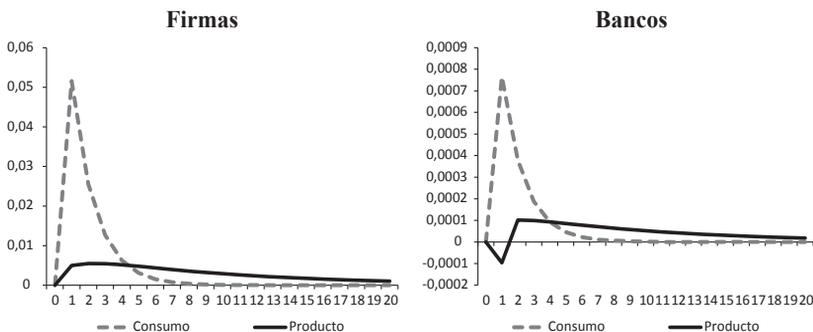
Nota: Un valor de 0,01 equivale en el eje vertical de las figuras a 1%.

Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

## Shocks tecnológicos en firmas y bancos

Un ejercicio estándar en los modelos RBC 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. La funciones impulso respuesta del producto y el consumo se presentan en el Gráfico 7<sup>15</sup>.

**Gráfico 7: RESPUESTAS ANTE UN SHOCK DEL 1% EN EL FACTOR TECNOLÓGICO**



Fuente: Elaboración propia

Nota: Un valor de 0,01 equivale en el eje vertical de las figuras a 1%.

Los valores en el eje horizontal representan trimestres.

## IX. 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 los sectores real, monetario, fiscal y externo.

15 Se omite el resto de los resultados, pero pueden ser solicitados a los correos de los autores.

La crisis financiera que se desarrolló a partir de 2007 ha dejado en 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 (reducción de la morosidad) aumentan, 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 nominal, (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.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de De Walque et al. (2010) quienes demuestran que inyecciones de liquidez reducen la fragilidad financiera, a través de 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 USD3.101 millones a USD1.095 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 en 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 neokeynesiano.

## Referencias bibliográficas

ANGELINI, P., L. CLERC, V. CÚRDIA, L. GAMBACORTA, A. GERALI, A. LOCARNO, R. MOTTO, W. ROEGER, S. VAN DEN HEUVEL, J. VLČEK (2011). “Basel III: Long-term impact on economic performance and fluctuations”, Bank for International Settlements, BIS Working Paper No 338, February

BEAU, D., L. CLERC, B. MOJON (2011). “Macro-prudential policy and the conduct of monetary policy”, Banque de France, Occasional Paper No. 8, January

BERNANKE, B.,S., M. GERTLER, S. GILCHRIST, “The financial accelerator in a quantitative business cycle framework”, in TAYLOR, J.B. and M WOODFORD (Eds.)(1999) *Handbook of Macroeconomics*, Volume 1, Elsevier Science B.V., The Netherlands, pp. 1341-1393

CAICEDO, S. and D. ESTRADA (2010). “Consumption, Credit Restrictions and Financial Stability: A DSGE Approach”, Banco do Brasil, V Seminário sobre Riscos, Estabilidade Financeira e Economia Bancária do Banco Central do Brasil, August

CAICEDO, S., D. ESTRADA, M. LAVERDE (2012). “Countercyclical Banking Capital Buffers in a DSGE Model”, Banco de la República de Colombia, Temas de estabilidad financiera No 71, septiembre

CAICEDO, S. and D. PÉREZ-REYNA (2010). “Implications on Households of Bank’s Asset Substitution”, Banco de la República de Colombia, Reporte de estabilidad financiera, septiembre

CEREZO, S. (2010). “Un Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico para el análisis de la política monetaria en Bolivia”, Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 13, pp. 13-49

CHRISTENSEN, I. and A. DIB (2008). “The financial accelerator in an estimated New Keynesian model”, *Review of Economic Dynamics*, 11(1), pp. 155-178

CHRISTIANO, L. J., R. MOTTO, M. ROSTAGNO (2010). "Financial Factors in Economic Fluctuations" (preliminary), Society for Economic Dynamics, paper presented at the 2010 Annual Meeting of the Society for Economic Dynamics, Montreal, Canada, July

CHRISTIANO, L. J., M. EICHENBAUM, C. L. EVANS (2005). "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, 113(1), pp. 1-45

CLAESSENS, S., M. A. KOSE, M.E. TERRONES (2012). "How do business and financial cycles interact?", *Journal of International Economics*, 87(1), pp. 178-190

COSSÍO, J., M. LAGUNA, D. MARTIN, P. MENDIETA, R. MENDOZA, M. PALMERO, H. RODRÍGUEZ (2007). "La inflación y políticas del Banco Central de Bolivia". Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 10, pp. 73-109

CÚRDIA, V. and M. WOODFORD (2010). "Credit Spreads and Monetary Policy", *Journal of Money, Credit and Banking*, 42 (1), pp. 3-35

CÚRDIA, V. and M. WOODFORD (2009). "Conventional and Unconventional Monetary Policy", Federal Reserve Bank of New York, Staff Report No. 404, November

DE WALQUE, G., O. PIERRARD, A. ROUABAH (2008). "Financial (in)stability, supervision and liquidity injections: a dynamic general equilibrium approach", National Bank of Belgium, Working Paper Research No. 148, October

DE WALQUE, G., O. PIERRARD, A. ROUABAH (2010). "Financial (in) stability, supervision and liquidity injections: a dynamic general equilibrium approach", *The Economic Journal*, 120(549), pp. 1234-1261

DÍAZ, O. (2013). "Identificación de *booms* crediticios en América Latina", Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 19, pp. 9-56

DIB, A. (2010). "Banks, Credit Market Frictions, and Business Cycles", Bank of Canada, Working Paper 2010-24, October

FOERSTER, A. and G. CAO (2013). "Expectations of Large-Scale Asset Purchases", Federal Reserve Bank of Kansas City, *Economic Review*, second quarter, 5-29

GACETA OFICIAL DE BOLIVA (2013). *Ley 393 - Ley de servicios financieros*, de 21 de agosto

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA (1995). *Ley 1670*, de 31 de octubre

GERTLER, M. and P. KARADI (2011). "A model of unconventional monetary policy", *Journal of Monetary Economics*, 58(1), pp. 17-34

GERTLER, M. and N. KIYOTAKI, "Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle Analysis" in FRIEDMAN, B.M. and M. WOODFORD (Eds.) (2010), *Handbook of monetary economics*, Volume 3A, Elsevier, The Netherlands, pp. 547-599

GOODFRIEND, M. and B. T. McCALLUM (2007). "Banking and interest rates in monetary policy analysis: A quantitative exploration", *Journal of Monetary Economics*, 54(5), pp. 1480-1507

GOODHART, C. A. E., C. OSORIO, D. P. TSOMOCOS (2009). "Analysis of Monetary Policy and Financial Stability: A New Paradigm", CESifo Working paper No. 2885, December

GOODHART, C. A. E., P. SUNIRAND, D. TSOMOCOS (2006). "A model to analyse financial fragility", *Economic Theory*, 27(1), pp. 107-142

HILBERG, B. and J. HOLLMAYR (2012). "Asset Prices, Collateral and Unconventional Monetary Policy in a DSGE Model", Disponible en: [www.aeaweb.org](http://www.aeaweb.org), December

IACOVIELLO, M. (2005). "House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle", *The American Economic Review*, 95(3), pp. 739-764

INTERNATIONAL MONETARY FUND (2015). *Global Financial Stability Report. Vulnerabilities, Legacies, and Policy Challenges. Risks Rotating to Emerging Markets*, October, Washington D.C.

IRELAND, P. N. (2003). "Endogenous money or sticky prices?", *Journal of Monetary Economics*, 50(8), pp. 1623-1648

JEMIO, L. C. (2006). "Volatilidad externa y el sistema financiero en Bolivia", Informe de consultoría elaborado por la Corporación Andina de Fomento, marzo

JEMIO, L. C. (2000). "*Crunch* de crédito en el sistema financiero boliviano", Instituto Internacional de Economía y Empresa, documento ID027, noviembre

KING, R. G., C. I. PLOSSER, S. T. REBELO (1988). "Production, growth and business cycles: II. New directions", *Journal of Monetary Economics*, 21(2-3), pp. 309-341

KIYOTAKI, N. and J. MOORE (1997). "Credit Cycles", *Journal of Political Economy*, 105(2), pp. 211-248

LEAO, E. R. and P. R. LEAO (2007). "Modelling the central bank repo rate in a dynamic general equilibrium framework", *Economic Modelling*, 24(4), pp. 571-610

LEAO, E. R. (2003). "A Dynamic General Equilibrium Model with Technological Innovations in the Banking Sector", *Journal of Economics*, 79(2), pp. 145-185

MACHICADO, C. G. (2006). "Welfare gains from optimal policies in a partially dollarized economy", Institute for Advanced Development Studies, Development Research Working Paper No. 10/2006, September

MODIGLIANI, F. and M. H. MILLER (1958). "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment", *The American Economic Review*, 48 (3), pp. 261-297

PÉREZ, D. (2009). "Una aproximación para analizar la estabilidad financiera por medio de un DSGE", Banco de la República de Colombia, Reporte de Estabilidad Financiera No. 40, marzo

RODRÍGUEZ, H. (1999). *Regulación monetaria: una evaluación a la reforma del encaje legal*, Maestrías para el Desarrollo – Harvard Institute for International Development, Universidad Católica Boliviana, trabajo de grado para optar al título en la Maestría de Gestión y Políticas Públicas

SAADE, A., D. OSORIO, D. ESTRADA (2007). “An equilibrium approach to financial stability analysis: the Colombian case”, *Annals of Finance*, 3(1), pp. 75-105

SMETS, F. and R. WOUTERS (2007). “Shocks and Frictions in US Business Cycles: a Bayesian DSGE Approach”, National Bank of Belgium, Working paper research n° 109, February

VARGAS, J. P. M. (2010). “Análisis del crecimiento y ciclos económicos: una aplicación general para Bolivia”, Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 13, pp. 9-47

## APÉNDICE

El siguiente conjunto de ecuaciones define el equilibrio del modelo:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ecuaciones log-linealizadas:

$$\overline{NI}\widehat{NI}_t = \bar{R}\bar{v}\hat{R}_t - [\bar{\theta}(\bar{R}^{repo} - \bar{r}^{req}\bar{R}^{repo})]\hat{\theta}_t - [\bar{r}^{req}(\bar{R}^{repo} - \bar{\theta}\bar{R}^{repo})]\hat{r}_t^{req} \quad (45)$$

$$- [(\bar{\theta} + \bar{r}^{req}(1 - \bar{\theta}))\bar{R}^{repo}]\hat{R}_t^{repo} + [(\bar{R} + \zeta)\bar{v}]\hat{v}_{t+1}$$

$$\hat{c}_t = -\hat{\lambda}_t \quad (46)$$

$$\left[ \frac{\bar{n}^s}{1 - \bar{n}^s} \right] \hat{n}_t^s = \hat{\lambda}_{t+1} + \hat{w}_t \quad (47)$$

$$\hat{\lambda}_t - \left[ \frac{\bar{R}}{1 + \bar{R}} \right] \hat{R}_t = \hat{\lambda}_{t+1} \quad (48)$$

$$\hat{\lambda}_t + \hat{q}_t = (1 - \beta)(\hat{\lambda}_{t+1} + \hat{n}_t) + \beta(\hat{\lambda}_{t+1} + \hat{q}_{t+1}) \quad (49)$$

$$\hat{\lambda}_t + \hat{q}_t^{b,l} = (1 - \beta)(\hat{\lambda}_{t+1} + \hat{n}_t^{b,l}) + \beta(\hat{\lambda}_{t+1} + \hat{q}_{t+1}^{b,l}) \quad (50)$$

$$\left[ \frac{\bar{R}}{1 + \bar{R}} \right] \hat{R}_t + \hat{b}_t = \left[ \frac{\bar{v}}{1 - \bar{v}} \right] \hat{v}_{t+1} \quad (51)$$

$$\hat{y}_t = \hat{w}_t + \hat{n}_t^d \quad (52)$$

$$\hat{b}_t = \hat{n}_t^b + \hat{w}_t - \widehat{NI}_t \quad (53)$$

$$\left[ \frac{\bar{R} + \delta^b}{\bar{NI}} \right] (\widehat{NI}_{t+1} + \hat{b}_{t+1} - \hat{k}_t^b) = (\bar{R} + \delta) (\hat{y}_{t+1} - \hat{k}_t) \quad (54)$$

$$\left[ \frac{2}{(1 + \bar{R})(1 + \bar{v})} \right] \hat{c}_t - \left[ \frac{2}{(1 + \bar{R})(1 + \bar{v})} \right] \hat{b}_t = - \left[ \frac{2\bar{v}^2}{(1 - \bar{v})(1 + \bar{v})} \right] \hat{v}_t \quad (55)$$

$$\left[ 1 - \left( \frac{\bar{i} - \bar{i}^b}{\bar{y}} \right) \right] \hat{c}_t + \frac{\bar{i}}{\bar{y}} \hat{i}_t + \frac{\bar{i}^b}{\bar{y}} \hat{i}_t^b = \hat{y}_t \quad (56)$$

$$\hat{n}_t^s = \left( 1 - \frac{\bar{n}^b}{\bar{n}^s} \right) \hat{n}_t^d + \left( \frac{\bar{n}^b}{\bar{n}^s} \right) \hat{n}_t^b \quad (57)$$

$$\hat{b}_t = \hat{m}_t - \left[ \bar{\theta}(1 - \bar{r}^{req}) \frac{\bar{b}}{\bar{m}} \right] \hat{\theta}_t - \left[ \bar{r}^{req}(1 - \bar{\theta}) \frac{\bar{b}}{\bar{m}} \right] \hat{r}_t^{req} \quad (58)$$

$$\left( 1 - \alpha - \frac{\bar{i}}{\bar{y}} \right) \hat{\pi}_t = (1 - \alpha) \hat{y}_t - \left( \frac{\bar{i}}{\bar{y}} \right) \hat{i}_t \quad (59)$$

$$\left[ 1 - \gamma - \left( \frac{\bar{i}^b}{\bar{b}} \right) \left( \frac{1}{\bar{NI}} \right) \right] \hat{\pi}_t^b = (1 - \gamma) (\widehat{NI}_t + \hat{b}_t) - \left( \frac{\bar{i}^b}{\bar{b}} \right) \left( \frac{1}{\bar{NI}} \right) \hat{i}_t^b \quad (60)$$

$$\hat{y}_t = \hat{A}_t + (1 - \alpha) \hat{k}_{t-1} + \alpha \hat{n}_t^d \quad (61)$$

$$\hat{b}_t = \hat{D}_t + (1 - \gamma) \hat{k}_{t-1}^b + \gamma \hat{n}_t^b \quad (62)$$

$$\delta \hat{i}_t = \hat{k}_t - (1 - \delta) \hat{k}_{t-1} \quad (63)$$

$$\delta^b \hat{i}_t^b = \hat{k}_t^b - (1 - \delta^b) \hat{k}_{t-1}^b \quad (64)$$

**Cuadro A.1: DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LOS CICLOS**

<b>Variables</b>	<b>Datos</b>	<b>Modelo</b>
Producto ( $y$ )	0,038	0,011
Crédito ( $b$ )	0,023	0,010
Consumo ( $c$ )	0,027	0,016
Beneficios bancos ( $\pi^{b,l}$ )	0,021	0,515
Inversión bancos ( $i^{b,l}$ )	0,327	0,488
Porcentaje de deuda cancelada* ( $v$ )	0,013	0,001
Tasa activa ( $R$ )	0,116	0,303
Tasa repo ( $R^{repo}$ )	0,263	0,797

Fuente: Elaboración propia

Nota: \* El porcentaje de deuda cancelada se define como:  
(1-ratio de morosidad).

# Banco Central de Bolivia

## REVISTA DE ANÁLISIS

### Instrucciones de los autores

#### Objetivo

La *Revista de Análisis* del Banco Central de Bolivia tiene por objetivo contribuir a la difusión y discusión de diferentes tópicos de la economía boliviana, preferentemente en temas relacionados con actividades de banca central y aquellos que tengan relevancia para la conducción de la política económica.

#### Contribuciones

Los artículos serán seleccionados de trabajos de investigación realizados por funcionarios del Banco Central de Bolivia y por investigadores externos al Banco. Los trabajos recibidos serán evaluados por el Consejo Editorial (CE) con la participación de evaluadores anónimos, garantizándose así la imparcialidad y seriedad del proceso.

Los trabajos de investigación deben remitirse acorde con lo establecido en las convocatorias públicas que emite regularmente el Banco Central de Bolivia. Se invita a investigadores y académicos nacionales y extranjeros a que participen de estas convocatorias, cuyos artículos serán recibidos preferentemente en inglés o español, aunque podrán enviar sus artículos escritos en su lengua nativa.

Se recomienda tomar nota de los siguientes aspectos:

- Los trabajos podrán ser abordados tanto desde una perspectiva teórica como empírica.
- Los trabajos deben enviarse, en formato Word o PDF, a la siguiente dirección de correo electrónico: **revistadeanalisis@bcb.gob.bo**. El mensaje debe incluir los datos del (de los) autor (es) (nombre, teléfono, domicilio y dirección de correo electrónico). Los autores recibirán un mensaje de correo electrónico de confirmación a la recepción del trabajo.
- El contenido del artículo debe ser original y preferentemente inédito.
- La página inicial del documento debe incluir la siguiente información: el título del artículo, nombre (s) del (de los) autores, resumen no mayor a 150 palabras, no más de cinco códigos de clasificación JEL y hasta cinco palabras clave que describan el artículo. Es importante considerar que sólo la página inicial deberá contener información referente al nombre del (de los) autor (es).
- La extensión del trabajo no debe exceder las 40 páginas en fuente Arial 11 e interlineado 1,5 (incluyendo los anexos).
- El artículo debe ser adecuado a la *Guía de Estilo de la Revista de Análisis del BCB*. Este es un requisito imprescindible para la publicación del documento.

