

**DOCUMENTO DE INVESTIGACION PARA EL II ENCUENTRO DE
ECONOMISTAS DE BOLIVIA**

**“Profundización Financiera, Determinante para el Manejo de la Política
Monetaria y el Crecimiento Económico en Bolivia”¹**

(Una aproximación a través de métodos econométricos bayesianos)

*Andrés Gutiérrez
Reynaldo Yujra
Gerardo Quelca*

Septiembre de 2009

Resumen

Diversos trabajos empíricos han demostrado de manera convincente que existe una asociación positiva entre el nivel de profundidad financiera y el crecimiento económico y estudios recientes han aportado evidencia de que el primero genera el segundo.² No obstante, un aspecto que llama la atención es que la Política Monetaria ha dado mejores resultados en el logro de su objetivo.³ En Bolivia, lo que está menos claro es la identificación del canal del desarrollo financiero a un elemento y al otro. Por tanto el cuestionamiento que permite abordar el presente estudio es: ¿Cuáles son los factores del sector financiero de Bolivia que obstaculizan el crecimiento económico y la efectividad de la política monetaria y de qué manera dichos factores influyen sobre los ciclos globales del sector financiero y la economía en general? El presente documento, analiza el proceso de determinación del crecimiento económico en Bolivia, en función a medidas de profundidad financiera, estimado a través de técnicas del análisis espectral y bayesianas. Los resultados sugieren que el sector financiero en Bolivia es demasiado pequeño, aun si el componente de la tasa de depósitos es alto para tener un impacto significativo en el crecimiento económico, aspecto que distorsiona la transmisión de la política monetaria.

Clasificación JEL: O40, G10, E52, C32.

Palabras clave: Profundidad Financiera, Crecimiento Económico, Política Monetaria,

¹ Reynaldo Yujra es Economista; Director de Estudios y Publicaciones (DEP) de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI) ryujra@asfi.gov.bo. Andrés Gutiérrez es Economista; angutierrez@asfi.gov.bo y Gerardo Quelca es Economista; gquelca@asfi.gov.bo, ambos son analistas en la Dirección de Estudios y Publicaciones en la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero. Las opiniones expresadas por los autores no comprometen a la institución que pertenecen. Se agradece la invaluable y eficiente colaboración de Susana Tito y Roció Vega. Los comentarios son bienvenidos a: andgutvi@gmail.com.

² King y Levine (1992, 1993), De Gregorio y Guidotti (1995), son trabajos recientes que utilizan variables financieras como variables explicativas en regresiones de crecimiento.

³ El Control de la Inflación por parte de los bancos centrales. Al respecto, países como Chile, Perú, Colombia, lograron alcanzar un crecimiento económico sostenido y una política monetaria con mayores márgenes de maniobra, debido al profundo y robusto desarrollo financiero. Véase, De Gregorio (2006).

Profundización Financiera, Determinante para el Manejo de la Política Monetaria y el Crecimiento Económico en Bolivia⁴

"Necesitamos que el sistema financiero llegue hasta el último municipio de nuestro país. Hay que inventar instrumentos para desarrollar la economía en términos de solidaridad, equidad y eficiencia,"

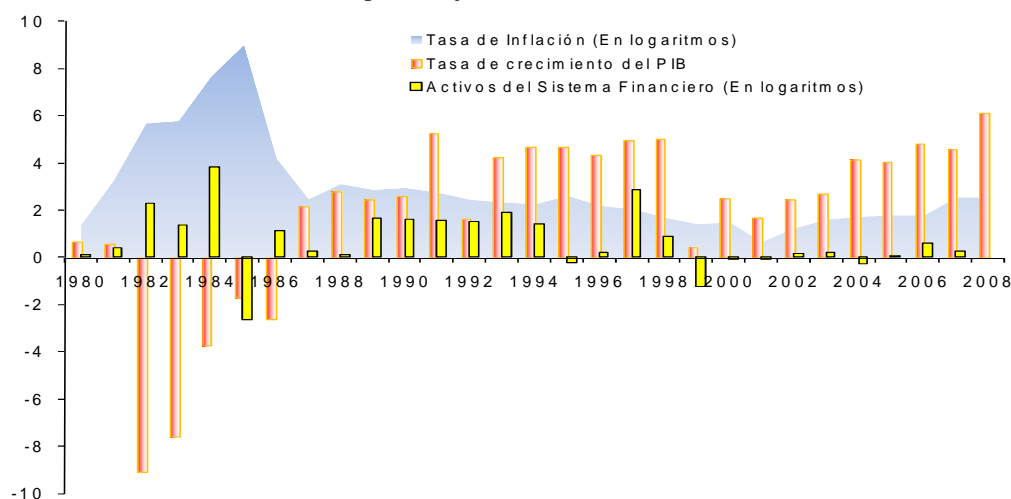
Ernesto Rivero, "Periódico el Día (Mayo de 2009)

1. INTRODUCCION

La aceleración de la inflación (medida a través de la variación del Índice de Precios al Consumidor IPC) puede ser perniciosa para el crecimiento de una economía y su sistema financiero.⁵ En efecto, el incremento persistente y generalizado en el nivel de precios en la década de los ochenta tuvo efectos nocivos en el aparato productivo de la economía y en la actividad de intermediación financiera. La caída del PIB comenzó a pronunciarse a partir del año 1982, periodo en el cual se registraron las tasas de crecimiento más bajas de la historia económica boliviana contemporánea (-9,1% y -1,7% en 1982 y 1985 respectivamente), con impacto en el sistema de intermediación financiera que se sintió de manera pronunciada en 1985 (Gráfico 1).⁶

Gráfico 1

Bolivia: Relación entre crecimiento económico, inflación y Activos del Sistema Financiero
(En porcentajes, de 1980 a 2008)



Fuente: Elaboración de los autores.

Varias memorias del BCB, e información de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI)

Nota: Los activos del sistema financiero incluyen los pasivos del sistema bancario.

La construcción de los activos del sistema financiero sigue la metodología del Beck, Demirguc-Kunt y Levine (2003).

⁴ Profundización financiera entendida desde un sentido amplio, como la expansión de la base, (microfinanzas, y la escala de operaciones de los bancos, fondos, solidez, solvencia y eficiencia del sistema financiero) y su contribución al crecimiento económico.

⁵ De Gregorio (1996).

⁶ Al respecto véase *Memorias institucionales* del BCB, de 1982.

En este sentido, la interrelación entre el sistema financiero, crecimiento económico y la política monetaria, es fundamental para los diseñadores de política económica (*Policy Maker*), dado que la profundidad del primero puede garantizar un crecimiento sostenido del segundo, además de propiciar a la política monetaria ha alcanzar su objetivo de control de inflación consistente con su meta establecida.⁷

En efecto, la estabilización de lo precios en la década de los noventa normalizó la actividad de intermediación financiera (las operaciones bancarias y no bancarias tanto en depósitos y cartera comenzó a crecer) y la actividad económica inicio un despegue sostenido (cuadro 1).

Cuadro 1
Bolivia: Participación de Bancos y No Bancos en la Intermediación financiera
(1990 a 2008)

	Crec. PIB %	Depositos		Cartera	
		Bancos	No Bancos	Bancos	No Bancos
1990	2,6	89,9	10,1	87,7	12,3
1995	4,7	87,2	12,8	87,6	12,4
2000	2,5	82,3	17,7	83,3	16,7
2005	4,0	72,6	27,4	69,4	30,6
2008	6,2	71,1	31,2	65,2	34,4

Fuente: Elaboración de los autores

Nota: El sistema bancario excluye a los bancos dedicados a las Microfinanzas.

En No Bancos el año 1990 se incluyen a las Mutuales, Cajas de Ahorro y Préstamo para la Vivienda, la Financiera para el Desarrollo. En el año 1995 comprende a las Mutuales, Cajas de Ahorro y Préstamo para la Vivienda, las Cooperativas y los Fondos Financieros Privados: en los años 2000 y 2005 a las Mutuales, Fondos Financieros y Cooperativas

No obstante, un aspecto que llama la atención es la mayor participación de los fondos financieros, etc. en la actividad de intermediación ubicando a estos últimos en mayores niveles de participación. Esta fuerte expansión de la base de las microfinanzas habría estado acompañada de un aumento en la actividad económica a partir de 2000.⁸

Para cuantificar el aporte de la actividad financiera en el crecimiento del producto, para el caso boliviano, se utilizan enfoques basados el análisis espectral y simulaciones bayesianas.⁹ La primera para evaluar la temporalidad cíclica en los indicadores de profundización financiera y la segunda para determinar la reacción de la actividad económica a cambios en variables financieras y otros determinantes.¹⁰

⁷ Al respecto véase Gutierrez (2007).

⁸ Al respecto véase Morales (2007)

⁹ Para las metodologías de estimación, al respecto véase los anexos.

¹⁰ Al respecto véase la sección de uso de variables que se emplean para la estimación de los modelos.

El principal aporte de esta investigación es que permite cuantificar el impacto de variables financieras en el crecimiento del PIB y saber cuál es la participación del sistema financiero en la actividad económica, condicionante fundamental para la transmisión de la política financiera en una economía pequeña, abierta y dolarizada como la boliviana. Alternativamente, revela la capacidad de ampliar el sistema financiero para garantizar el crecimiento económico a través de la profundización financiera.

Dentro de las principales conclusiones, se destaca el hecho de que los indicadores de profundización financiera tienen impactos significativamente menores, respecto a los términos de intercambios. Este último aspecto estaría asociado a la estructura del sistema financiero (elevada dolarización, reducida eficiencia, y el oligopolio en la determinación de las tasas de interés) que obstaculizarían el despegue de la economía boliviana y la transmisión de la política monetaria.

El documento se organiza como sigue: Luego de la introducción, se revisa la literatura empírica internacional y nacional sobre la relación sistema financiero y crecimiento económico. Posteriormente se hace un análisis de los elementos que obstaculizan el proceso de profundización financiera en Bolivia, para luego realizar un análisis de temporalidad para los indicadores de profundidad y la posterior estimación de la ecuación de crecimiento económico. La última sección enumera los principales hallazgos del documento y establece una agenda tentativa para futuras investigaciones.

2. BREVE REVISION DE LA LITERATURA SOBRE EL DESARROLLO FINANCIERO Y EL CRECIMIENTO ECONOMICO

2.1 Relación entre desarrollo financiero y crecimiento: Evidencia empírica

Esta sección revisa los principales estudios sobre el nexo entre el desarrollo financiero, y el crecimiento económico tanto desde el caso más general sobre la evidencia internacional, como de la particular experiencia boliviana.

2.2 Evidencia internacional

Existe una amplia literatura empírica que investiga el nexo entre desarrollo económico y desarrollo financiero. La línea de investigación que dio impulso renovado al estudio empírico de la relación de ambas variables es Loayza y Rancieres *op. cit.*, donde se estudia el impacto de variables financieras en el crecimiento económico. Básicamente la metodología consiste en construir una ecuación de

crecimiento económico intertemporal para un conjunto de economías que se estima a través de variables instrumentales.¹¹

Una característica sobresaliente es que mide el efecto de variables como los depósitos, cartera como porcentaje de la actividad en la tasa de crecimiento económico del PIB. Su motivación más importante es explicar la tendencia que creciente de que el desarrollo del sistema financiero es un buen predictor de la actividad económica. El planteamiento del modelo estimado establece que la tasa de crecimiento del producto se explica por componentes como las variables financieras asociado a otros determinantes característicos como la tasa de inflación, gasto publico, inversión privada, y habilidad obrera.

Consecuentemente con los resultados intuitivos, la actividad económica reacciona de manera significativa y positiva frente a un impulso en las variables financieras cuyo efecto es mayor que las demás variables.

Esta metodología ha sido aplicada a varias economías industrializadas¹² y emergentes,¹³ entre ellas algunas de Latinoamérica como Brasil, Chile, Colombia y Perú, modificando parte de su estructura en consideración a las características típicas de estas economías así como a la disponibilidad de información.

En el caso de países desarrollados fueron Goldsmith (1969), King y Levine (1993), Levine y Zervos (1998) quienes revelaron que el desarrollo financiero precede al crecimiento del producto. Trabajos posteriores que utilizaron técnicas estadísticas más sofisticadas, como el Método de Variables Instrumentales (Levine, Loayza y Beck, 2000) y de Paneles Dinámicos (Beck, Levine y Loayza, 2000; y Beck y Levine, 2003), concluyeron que el desarrollo financiero causa el crecimiento económico en el largo plazo y, además, el efecto del mismo sobre el crecimiento del producto per cápita es económicamente significativo.

Corbo, Hernández y Parro (2004), en un estudio de corte transversal, analizan el rol de las instituciones y las políticas en el crecimiento económico. Las estimaciones arrojan como resultado que, una vez que se toma en cuenta la calidad de las instituciones, variables de política como el grado de apertura y gasto de gobierno no son importantes (no resultan estadísticamente significativas). Sin embargo, el grado de desarrollo financiero es un determinante significativo e importante del crecimiento, aunque su significancia económica resulta menor que lo reportado en estudios previos. Utilizando estas

¹¹ Países como, Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia, Bélgica, Suecia, Suiza, etc.

¹² Inglaterra, Francia Estados Unidos.

¹³ Brasil, México, Chile, Perú, etc

estimaciones estos autores muestran que casi un 65% de la diferencia de crecimiento entre Asia y América Latina durante la década de los 90s se debe a la diferencia en el desarrollo financiero entre ambas regiones.

Una serie de trabajos recientes con datos microeconómicos, tanto a nivel de industrias (Rajan y Zingales, 1998) como de firmas (Demirguc-Kunt, Maksimovic, 1998), muestran cómo un sistema financiero más desarrollado ayuda a eliminar las fricciones (imperfecciones) de mercado mencionadas más arriba. En particular, un mayor desarrollo financiero reduce la brecha entre el costo de conseguir financiamiento interno y externo a la firma¹⁴. De este modo, el desarrollo financiero ayuda al crecimiento económico a través de remover los impedimentos que tienen las firmas para conseguir financiamiento y explotar sus oportunidades de inversión, facilitando, por ende, el crecimiento y la formación de nuevas firmas.

Otra serie de trabajos se ha focalizado en evaluar si es mejor desarrollar los sistemas financieros a través de los bancos o el mercado financiero no-bancario. La evidencia en este punto no es concluyente: trabajos de Demirguc-Kunt y Levine (2001, 2001b), Levine (2003b), Tadesse (2002), Beck y Levine (2003), y Carlin y Mayer (2003) encuentran que no es relevante la estructura del sistema financiero para el crecimiento económico. En resumen, los estudios revisados muestran que:

- El desarrollo financiero causa el crecimiento económico en el *largo plazo* y el impacto de éste es económicamente significativo¹⁵
- El desarrollo financiero contribuye al crecimiento al facilitar a las firmas el explotar nuevas oportunidades de inversión;
- No importa si los países desarrollan los sistemas financieros a través del sistema bancario o a través del mercado financiero no-bancario.

¹⁴ Ver pie de página 3.

¹⁵ A modo de ejemplo, Levine, Loayza y Beck (2000) estiman que si el crédito privado como porcentaje del PIB en México sobre el período 1960-1995 (22,9%) hubiera sido el del promedio de los países en su muestra (27,5%), el PIB per cápita hubiera crecido en México 0,4% más por año (esto es, el PIB per-cápita en 1995 hubiera sido 15% más alto). A su vez, si el crédito privado como porcentaje del PIB en India sobre el período 1960-1995 (19,5%) hubiera sido el del promedio de los países en desarrollo de la muestra (25%), el PIB per cápita hubiera crecido en India 0.6% más por año (el PIB per-cápita en 1995 hubiera sido 24% más alto de lo que fue).

Cuadro 2

Evidencia internacional: Resumen del nexo entre desarrollo financiero y crecimiento económico

Autor	Año	Muestra	Definición de la variable usada para medir desarrollo financiero	Principales conclusiones
Estudios de Corte Transversal				
Goldsmith	1969	1860-1963, 35 países	Intermediación financiera	Existe una relación positiva entre desarrollo financiero y crecimiento
King y Levine	1993	1960-1989, 77 países	Pasivos líquidos del sistema financiero (% PIB) Crédito Bancario (% crédito bancario más activos domésticos totales del Banco Central) Créditos a empresas privadas (% PIB)	El desarrollo financiero es un buen predictor de las tasas de crecimiento futuras de las economías
Levine y Zervos	1998	1979-1993, 42 países	Tasa de rotación en el mercado accionario (% capitalización) Crédito Bancario (% PIB)	El desarrollo financiero es un buen predictor de las tasas de crecimiento posteriores de las economías
Estudio con Variables Instrumentales				
Levine, Loayza y Beck	2000	1960-1975, 71 países	Crédito privado (% PIB)	Causalidad va desde el desarrollo financiero hacia crecimiento y el efecto del primero sobre el segundo es económicamente significativo.
Corbo, Hernández y Parro	2004	1960-200, 72 países	Crédito privado (% PIB)	Instituciones, desarrollo financiero y sobrevaluación cambiaria son importantes determinantes del crecimiento económico.
Estudios con paneles dinámicos				
Levine, Loayza y Beck	2000	1960-1995, 77 países	Crédito privado (% PIB)	Causalidad va desde el desarrollo financiero hacia crecimiento y el efecto del primero sobre el segundo es económicamente significativo.
Beck y Levine	2002	1975-1998, 40 países	Tasa de rotación en el mercado accionario (% capitalización) Crédito Bancario (% PIB)	Causalidad va desde el desarrollo financiero hacia crecimiento y el efecto del primero sobre el segundo es económicamente significativo.
Estudios a nivel de industrias				
Rajan y Zingales	1998	1980-1990, 36 industrias a lo largo de 48 países.	Capitalización accionaria más crédito doméstico (% PIB) Estándares contables (rating de calidad de informes financieros)	El desarrollo financiero incentiva el crecimiento a través de aliviar las restricciones de financiamiento externo de las firmas
Estudios a nivel de firmas				
Dermiguc-kunt y Maksimovic	1998	1986-1991, firmas manufacturas transadas públicamente más grandes en 26 países.	Capitalización accionaria (% PIB) Tasa de rotación mercado accionario (% capitalización) Activos bancarios (% PIB)	El desarrollo financiero incentiva el crecimiento a través de remover los impedimentos que tienen las firmas para explotar oportunidades de crecimiento.
Relación entre desarrollo financiero y crecimiento en el corto plazo				
Loayza y Rancieres	2002	1960-1995, 74 países	Crédito privado (% PIB) Pasivos líquidos del sistema financiero (% PIB)	Relación positiva de largo plazo entre desarrollo financiero y crecimiento coexiste con una relación principalmente negativa en el corto plazo. Esta se da en países que han tenido crisis financieras que han sido antecedidas por un boom

Fuente: Elaboración propia en base a varios documentos

El análisis inicial de las ecuaciones de crecimiento económico Loayza y Rancieres (2002), para un periodo de 1960 a 1995, para 74 países desarrollados y en vías de desarrollo y haciendo uso del crédito privado en porcentajes del PIB, algunos pasivos líquidos del sistema financiero en porcentaje del PIB, llegan a la conclusión de que existe una relación positiva de largo plazo entre el desarrollo del sistema

financiero y crecimiento pero coexiste una relación negativa en el corto plazo esto debido a una experiencia en el pasado cuando estos países han experimentado un boom en el crédito.

2.3 Evidencia para el caso de Bolivia

Con el antecedente de la hiperinflación y posterior estabilización de la economía boliviana, autores como Morales y Sachs (1987) han enfatizado que este proceso habría sido pernicioso para el desarrollo del sistema financiero boliviano.¹⁶ A medida que la tasa de inflación se ha estabilizado el sistema financiero se habría ido recuperando, no obstante varios autores muestran que la recuperación del sistema financiero habría ido acompañada de una dolarización financiera sin precedentes de competencia imperfecta, con tasas de interés altas y con eficiencia baja.

Por lo tanto y tal como se reseña a continuación y se discutirá en la siguiente sección, el paulatino proceso de asentamiento de la banca comercial en la actividad económica posterior a la hiperinflación de los ochenta se habría reflejado en una competencia imperfecta que generaría incentivos para el desarrollo financiero dando menores márgenes a la política monetaria para establecer sus mecanismos de transmisión y de ese modo la política de crecimiento económico habría sido neutralizada.

Dentro de los primeros trabajos se encuentra las de Calvo y Guidotti (1991), quienes utilizaron donde se resalta el riesgo macroeconómico relacionado básicamente al proceso de hiperinflación de los ochenta y al factor inercial,¹⁷ que le acompañó hasta su estabilización, sin embargo de la Viña y Ramírez (1992), por otro lado Antelo (1994) enfatiza en la inconsistencia temporal subyacente a la política monetaria, dado que estos cambios constatados en las políticas del BCB se internalizarían en los bancos con mayores tasas de interés,

Sin embargo, también se destacan aspectos macroeconómicos relacionados al sistema financiero (Comboni, Ramírez y de la Barra, 1992; Nina, 1993; Antelo, Cupe y Requena, 1996; Laguna 1999). Estos últimos sugieren que los aspectos macroeconómicos fueron ganando importancia en el tiempo, pero debido a las características del mercado hay elementos propios de las instituciones financieras y de la interacción con sus clientes que no pueden dejar de considerarse en el comportamiento de las tasas de interés y en particular del spread.

¹⁶ Al respecto los autores señalan que uno de ellos iban a ser la alta dolarización del sistema financiero los costos asociados a la hiperinflación, el cambio en los periodos relativos y expectativas, obstáculos para el crecimiento económico y se internalizarían en el sistema financiero.

¹⁷ Se entiende por factor inercial a las respuestas del pasado sobre el presente, al respecto véase Sachs y Larrain (2002).

Dentro de los estudios más recientes Laguna (2007), calcula indicadores de profundidad financiera, para el periodo 1990 y 2005. De donde se destaca que el acceso de al financiamiento externo en la década de los noventa habría sido propicio para una mayor estabilidad macroeconómica, que junto a niveles de crecimiento económico superiores a la década anterior, habrían generado un escenario para la profundización financiera

Finalmente Morales (2007), estudia una ecuación el impacto de los depósitos, inversión y otros en el crecimiento del producto per cápita, con el fin de analizar el impacto de variables financieras en la actividad económica. El principal aporte de la investigación evidencia que la profundización financiera es reducida en el país aun en periodos de crecimiento alto. Dentro de sus principales conclusiones, se destaca que los términos de intercambio han sido efectivamente uno de los determinantes para el crecimiento de la economía boliviana en los últimos veinte años.

Cuadro 3

Evidencia para Bolivia: Resumen de los principales estudios sobre el desarrollo financiero y el crecimiento económico

Autor (es)	Muestra	Definición de Variables utilizadas para medir aproximación a la intermediación financiera y crecimiento económico	Principales Conclusiones
Calvo y Guidoti (1991)	1986-1990	Tasas de interes nominales, reales, gasto fiscal, crecimiento del PIB,	Los autores concluyen que las altas tasas de interes en Bolivia permanecen elevadas por problemas de credibilidad en la politica economica, uno de ellos son los debiles equilibrios fiscales, aspecto que se internalizaria en el sistema financiero con aumentos en la tasas
De la Viña y Ramirez (1992)	1987-1991	PIB, tasa de inflación, tasas de interes, ahorros, inversiones, cartera, etc	Los autories determinan que las altas tasas de interes reales en Bolivia, despues de 1985, se deben al denominado Riesgo Macroeconomico relacionado con variables de politica economica y riesgo país, lo cual obstaculizaria la orientacion de las inversiones hacia actividades
Antelo (1994)	1987 - 1992	Agregados monetarios, tasas de interes, depositos y creditos	El autor resalta que debido a la inconsistena temporal subyacente a la discrecionalidad de la politica monetaria disminuye la credibilidad sobre la misma, resultando en mayores niveles y rigideces de tasas de intres
Nina (1993)	1987 - 1992	Tasas de interes en moneda nacional, extranjera, depositos, creditos, etc.	El documento concluye que la ineficiencia tecnica ha hido en aumento a razon del incremento en la competencia en la industria bancaria, esto resultado de la desregulacion financiera..
Orellana (2000)	1990-2000	Ratios de dolarizacion, tasas de interes, cartera, depositos	El documento concluye que la estrucutra del sistema financiero boliviano, dolarizado, poco competitivo, asimetrico obstaculiza el crecimiento y desarrollo economico en el país.
Antelo, Cupe y Requena (1996)	1986 - 1995	Patrimonio, pagos diferidos, cobro de cartera, bonos convertibles, cartera en mora, cartera bruta y activo	El sistema financiero, se encuentra en insolvencia, reducida rentabilidad, elevada cartera en mora en los bancos que pueden tener implicaciones sobre el sistema financiero y sobre la economia en su conjunto.
Humerez (1996)	1989 - 1995	Tasas de interes activas y pasivas en moneda extranjera, spread financiero	La eficiencia del sistema financiero es relativo, conciderando el spread bancario es ineficiente en la asignacion de recursos.
Antelo, Crespo, Cupe, y Ramirez (1998)	1988 - 1996	Cartera, depositos, tasas de interes, spreads	Concluyen que los bancos grandes fijan sus tasas al estilo de curvas de reaccion en un mercado de oligopolio y las entidades medianas y pequenas actuan como seguidores, empero debido a la segmentacion de mercados algunos no concideran las tasas de los bancos grandes.
Antelo, Cupe, Escobar y Martinez (1998)	1988 - 1996	Spread bancario, pesadez de la cartera, cartera en mora, solvencia, patrimonio, depositos	Muestran que la fijación de tasas por parte de los bancos al estilo de una curva de reaccion en un mercado oligopolico, donde las entidades medianas y pequenas actuan como seguidores y la segmentacion de los mercados puede ser un impedimento para el crecimiento economico
Comboni (1998)	1987-1995	Mora, cartera, patrimonio, activos. Previsiones.	El funcionamiento del sistema financiero esta relacionado de manera integral a la economia en su conjunto, ademas el sistema financiero debe transformarse en el mecanismo de transmision de la politica
Laguna (1999)	1990 - 1998	Tasas de interes nominales pasivas, actvas, tasa libor, depostos, cartera, PIB, etc	Las tasas de interes del sistema bancario son inflexibles a la baja, en terminso de una politica monetaria expansiva, solo influira en un descenso en las tasas pasivas del sistema bancario, pero encontrara dificultades para inducir a una disminucion en las tasas de interes activas, este comportamiento es resultado de un mercado poco
Laguna (2007)	1990 - 2005	Depositos (% PIB), (Cartera (% PIB), Tasas de interes en moneda extranjera naciona, etc.	El documento concluye que las reducciones de las tasas de interes pasivas a finales de los años noventa tiene relación con una menor escala de actividades asociadas al ciclo financiero, reflejada en una menor necesidad de fondeo.
Morales (2007)	1990: - 2005	Creditos (% PIB), Depositos (% PIB), Terminos de Intercambio (% PIB), Gastos Fiscal (% PIB).	La contribucion de la intermediacion financiera al crecimiento economico ha sido reducido, no obstante la expansion en la microfinanzas seria mas importante en la intermediacion financiera.

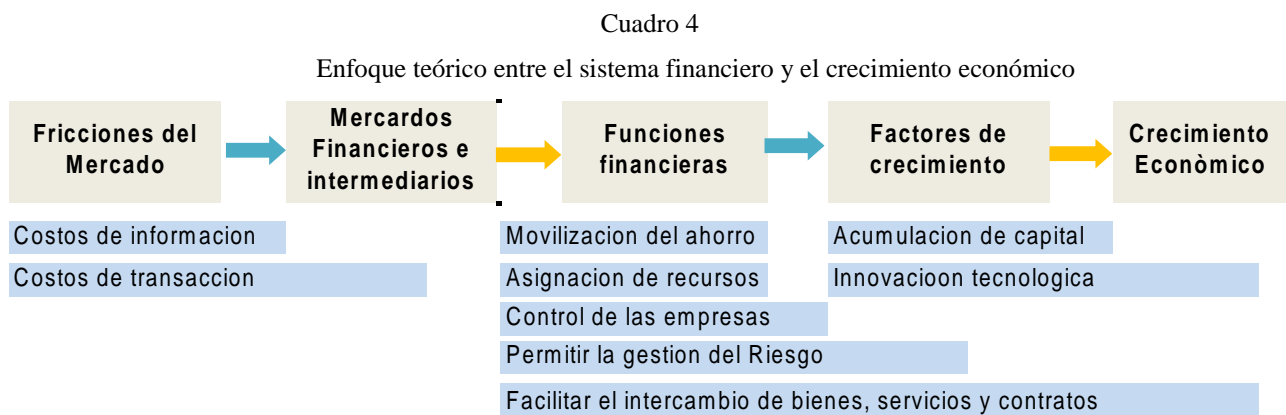
Fuente: Elaboración propia en base a varios documentos.

Para resumir la literatura revisada y a pesar de que las metodologías empleadas y las definiciones de uso de variables financieras para medir el grado de desarrollo del sistema financiero no son necesariamente comparables, podemos concluir que el desarrollo financiero aun todavía es reducido y no cumple su rol fundamental de intermediación en la canalización de recursos hacia la actividad

económica esto debido a las imperfecciones relacionadas al mismo sistema (dolarización, ineficiencia bancaria, estructura oligopólica, tasas de interés elevadas) aspecto que obstaculizaría el despegue de la economía nacional, además de restringir la transmisión de las señales de la autoridad monetaria hacia el sector nominal y real de la economía.

2.4 Elementos conceptuales sobre las variables financieras y su relación con el crecimiento económico

Para formalizar este análisis se seguirá el planteamiento teórico de Levine (1996), donde enfatiza en varios elementos que pueden incentivar para el surgimiento de mercados, intermediarios y contratos financieros (cuadro 4).



Fuente: Elaboración propia con información de Levine (1996)

En línea con el autor, los sistemas financieros surgen con el propósito de reducir los costos y minimizar las fricciones y asimetrías que existen en los mercados. El modo en que estos problemas se resuelven influyen las decisiones de ahorro e inversión, afectando la asignación de recursos de las economías y el crecimiento económico.¹⁸

Analíticamente se puede distinguir cinco funciones que presta el sistema financiero a las economías, a través de las cuales reduce los costos de transacción, de obtención de información y de hacer cumplir los contratos Levine (2003):

- Producción de información ex ante acerca de las posibles inversiones y asignaciones de capital.
- Monitoreo de las inversiones realizadas y los gobiernos corporativos.

¹⁸ Hay que notar, sin embargo, que el desarrollo financiero no sólo permite un mayor crecimiento en el largo plazo, sino que también permite suavizar los ciclos económicos. Dicho de otro modo, una ventaja de contar con un sistema financiero más desarrollado es que éste permite suavizar las fluctuaciones de la economía, por ejemplo, permitiendo el acceso a endeudamiento en períodos malos.

- Comercialización, diversificación y administración de riesgos.
- Movilización de ahorros.
- Provisión de medios de pagos para facilitar el intercambio de bienes y servicios.

Así un mayor grado de desarrollo financiero implica que cada una de las cinco funciones anteriores se encuentre más diseminada y/o sean de mejor calidad, lo que conlleva menores costos de adquisición de información y realización de transacciones y una mejor selección de proyectos de inversión. A su vez, al eliminar de mejor forma las fricciones de mercado aludidas, el desarrollo financiero aumentará la rentabilidad y/o disminuirá la incertidumbre asociada a las distintas alternativas de inversión, lo que influirá positivamente en las decisiones de ahorro e inversión, mejorando la asignación de recursos en la economía e incentivando el crecimiento económico.¹⁹

Por otro lado en línea con un modelo teórico de crecimiento económico que resalta la importancia de la riqueza financiera que estaría vinculada a los activos (por ejemplo depósitos como proxy del ahorro agregado de la economía) de un agente económico representativo, donde se considera la presencia del sistema financiero como generador de riqueza. Se retoma el modelo de Ramsey (1960), donde se enfatiza en el ahorro óptimo de los individuos como determinante para el crecimiento económico.

En este modelo se parte de la determinación del comportamiento de hogares y empresas. En ella se puede presentar dos ecuaciones, para las familias y las empresas.

Por tanto, considerando que los individuos viven infinitamente. Siendo la unidad básica la familia, y por simplicidad asumiremos que hay una familia, o un número fijo mas general. El numero de individuos en la familia crece a una tasa n . Es decir, la población y la fuerza de trabajo crecen a una tasa n : $N_t = N_0 e^{nt}$.

Los hogares, en $t = 0$, resuelven el siguiente problema²⁰

¹⁹ Cabe destacar que las tres primeras funciones, que se asocian a una mejor selección de proyectos con mejoras en productividad y sostenidas ganancias en eficiencia, son el mecanismo de transmisión más importante entre desarrollo financiero y crecimiento (más importante aún que la simple acumulación de recursos). Sin embargo, existen otros mecanismos de segundo orden y, por ende, menos importantes que pueden hacer más complicada esta relación. A modo de ejemplo, Japelli y Pagano (1994) explican que la liberalización financiera en el mercado de los créditos de consumo y de créditos hipotecarios puede tener un efecto negativo sobre el crecimiento, ya que al aliviar las restricciones de liquidez de las personas se reducen los incentivos al ahorro de éstas. Por el contrario, De Gregorio (1996) argumenta que las restricciones de liquidez pueden tener un efecto negativo sobre el crecimiento al reducir la acumulación de capital humano.

²⁰ Para mayores detalles se pueden consultar los libros de Blanchard y Ficher (1989) o Barro y Salai -i-Martin (2003), capítulo 2 en ambos textos. Aquí se sigue la especificación de Barro y Salai-i-Martin (2003) al considerar N en la función de utilidad lo que resulta en un factor de descuento $\rho - n$ para la utilidad per cápita.

$$\max_{(c_t)_{t=0}^{\infty}} U = \int_0^{\infty} N_t u(c_t) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

Donde $u(c_t)$ representa la utilidad de un individuo en el tiempo t . Esta función de utilidad es creciente y cóncava, es decir, $u' \geq 0$ y $u'' \leq 0$. Esto significa que el individuo prefiere el promedio del consumo que el promedio de las utilidades y, por tanto, va a tratar de suavizar su consumo.

Normalizando $N_0 = 1$, tenemos que el objetivo de la familia es:

$$\max_{(c_t)_{t=0}^{\infty}} U = \int_0^{\infty} u(c_t) e^{-(\rho-n)t} dt \quad (2)$$

Cada persona provee una unidad de trabajo, a cambio del cual recibe un salario w . Llamaremos r_t a la tasa de interés real de mercado. Seguiremos usando la notación \bar{X}_t para representar la derivada de cualquier variable X respecto de t , es decir dX_t / dt . Por lo tanto, la restricción presupuestaria que enfrentan las familias en cada periodo es:

$$w_t N_t + r_t A_t = C_t + \dot{A}_t \quad (3)$$

Donde A_t son los activos que posee la familia en el instante t y \dot{A}_t representa la acumulación – desacumulación (ahorro – desahorro) que la familia realizó durante el periodo t .

Dividiendo por N_t el número de individuos – trabajadores de la economía, se llega a la siguiente relación.

$$\dot{a}_t = w_t + r_t a_t - n a_t - c_t \quad (4)$$

La intuición detrás de la restricción es que el ahorro/desahorro del individuo es igual a su salario, w , más los intereses de sus ahorros, $r a$, menos los activos que debe acumular para mantener el nivel de activos per cápita, menos el consumo.

Asumiendo que las familias resuelven el problema de maximizar la utilidad del consumo del individuo escribiendo el hamiltoniano en valor presente se tiene.

$$\dot{h} = [u(c_t) + \lambda_t(w_t + (r_t - n)a_t - c_t)]e^{-(\rho-n)t} \quad (5)$$

Las condiciones de primer orden de este problema son

$$\frac{\partial h}{\partial c} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial h}{\partial a} = -\frac{d[\lambda e^{-(\rho-n)t}]}{dt} \quad (7)$$

Combinando estas ecuaciones tenemos:

$$\frac{\dot{c}}{c} = -\frac{u'(c)}{u''(c)c}(r-p) \quad (8)$$

Haciendo uso de la utilidad instantánea que usaremos es la función de elasticidad intertemporal de sustitución constante la función se transforma en la siguiente forma:

$$u(c) = \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \quad \text{para } \sigma \geq 0 \text{ y } \neq 1 \quad (9)$$

$$u(c) = \log c \quad \text{para } \sigma = 1 \quad (10)$$

La elasticidad intertemporal de sustitución es $1/\sigma$

Haciendo uso de la elasticidad de sustitución intertemporal, se puede llegar a :

$$c_0 = v_0[a_0 + H_0] \quad (11)$$

Donde v_0 es la propensión marginal a consumir de la riqueza del individuo, que esta constituida por su riqueza financiera (a) y su riqueza humana (H), que, como es de esperar, corresponde al valor presente de sus ingresos del trabajo (valor presente de los salarios)

En el caso de las empresas, su comportamiento se formaliza a través de una función de producción de las firmas:

$$Y_t = F(K_t, L_t) \quad (12)$$

Donde K_t es la cantidad de capital que hay al inicio del periodo t , y L_t es la cantidad de trabajo empleada durante el periodo t , igual a la población N_t . Si las firmas demandan factores hasta el punto en que la productividad marginal del factor es igual a su costo. Para el capital esta condición es:

$$F_K(K, L) = r + \delta \quad (13)$$

En términos per cápita, esto es igual a $f'(k)$, es decir: ²¹

$$f'(y_t) = r + \delta \quad (14)$$

$$c_0 = v_0 [a_0 + H_0] \quad (15)$$

La ecuación (13) a (15) muestran las aproximaciones teóricas la variable de crecimiento per capita que pretende simular el presente documento, dado que estas relaciones enfatizan en la riqueza financiera (en este caso el ahorro óptimo para un agente económico representativo), que vincula a la actividad económica real per cápita con la intermediación financiera. Nótese también que la función de producción esta medida en términos per cápita y por tanto la función de producción esta explicado por los determinantes de la riqueza financiera y la riqueza humana.

3. PROFUNDIZACION FINANCIERA, ALGUNOS ELEMENTOS QUE OBSTACULIZAN ESTE PROCESO EN BOLIVIA

3.1 Análisis preliminar

²¹ Esto viene de dividir el la ecuación anterior por L_t notando que la derivada de una función homogénea de grado 1.

Como una primera aproximación para el estudio de la relación entre profundización financiera y crecimiento económico, se realiza una evaluación de algunos elementos que obstaculizan este proceso en Bolivia, que básicamente estarían relacionado al nivel de de dolarización financiera, la estructura oligopólica del sistema financiero y la baja eficiencia del sistema financiero.

3.2 Dolarización financiera

En la línea con Ize (2006), quien presenta un modelo fundado en una buena comprensión de las raíces de la dolarización así como los riesgos que implica dentro de la interrelación con la política monetaria y el sistema financiero. El autor muestra que una economía con una sobrevaluación en el tipo de cambio (que aumenta las rentabilidades esperadas por los créditos en dólares en caso de una gran depreciación), y la baja credibilidad de la política monetaria, puede promover el uso de la moneda extranjera hasta un punto de equilibrio fuertemente dolarizado donde se torna problemático (es decir, se produce histéresis de dolarización).²² En ese contexto, el autor sugiere que para enfrentar este problema, la autoridad debería concentrarse en mejorar la credibilidad del banco central, así como hacer reformas institucionales, ya que aclara las preferencias de política monetaria. La introducción de un régimen de metas de inflación podría ser útil, así como la flotación, o por lo menos la mayor flexibilidad en el tipo de cambio también podría contribuir a que el banco central tenga mejores oportunidades de poner en evidencia su capacidad administrativa y, como resultado, aumentar su credibilidad.²³

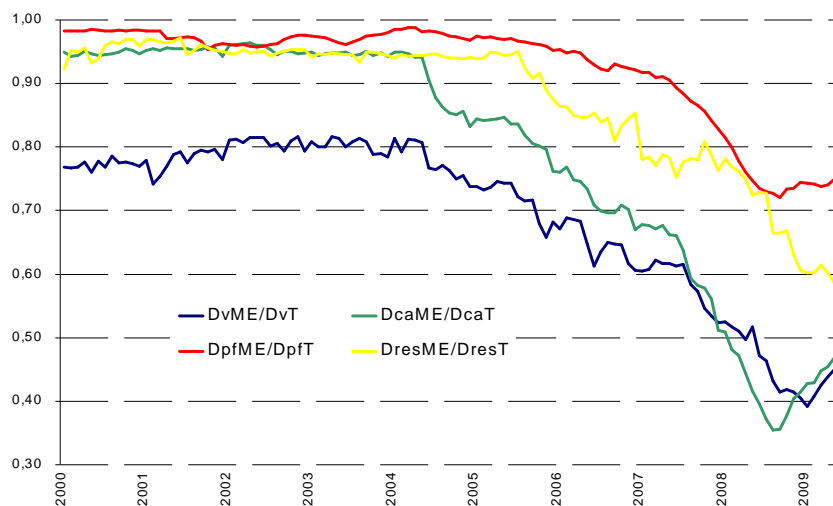
El siguiente gráfico muestra la sensibilidad que tienen los ratios (proporción) de dolarización de los depósitos a la vista, en caja de ahorros, a plazo fijo y restringidos en los periodos enero de 2000 a junio de 2009, observándose proporciones bastante elevadas en el periodo del 2000 y 2004; sin embargo, al finalizar el 2004 estos indicadores habrían sufrido cambios trascendentales en su comportamiento,²⁴ a niveles bajos del 60%, no obstante, en caja de ahorros la tendencia habría sido más marcado llegando a niveles por debajo del 40% (Gráfico 2).

²² En términos, de Ize (2006), pag. 35. La histéresis de dolarización se refiere, al cambio de un equilibrio fuertemente dolarizado a una Cartera Mínima de Varianza donde se torna problemático una vez que la economía alcanza una alta dolarización.

²³ Al respecto, véase Ize *op.cit*, pág. 17, así como el texto de Dolarización Financiera del FMI y BCRP.

²⁴ Según Humérez (2005), la implementación del Impuesto a las transacciones financieras, la ampliación del Spreads financiero, y la paulatina apreciación del tipo de cambio habrían sido algunos elementos de los cuales habrían producido un efecto en los indicadores de dolarización.

Gráfico 2
 Ratios de dolarización del sistema financiero
 (En porcentajes, enero 2000 a junio de 2009)



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

Llama la atención el cambio brusco en los indicadores a finales del 2008 y principios de 2009 que estaría relacionado a cambios en las expectativas de devaluación del tipo de cambio y a la crisis internacional. En esa línea se ve marcado un comportamiento irregular en los indicadores que serían muy sensibles a los efectos externos y a los cambios de política.

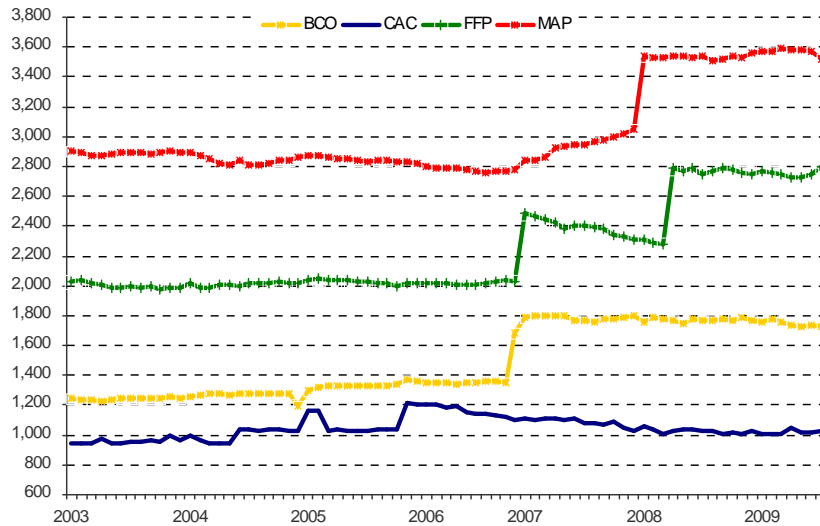
3.3 Índice de herfindahl-hirschman (HHI)

El índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), es una medida para estimar la concentración de mercado a través de la participación relativa de sus rubros económicos. Se calcula como la suma del cuadrado de las participaciones de mercado de cada uno de las EIF. Si el índice es inferior a 800, se dice que la industria está poco concentrada, probablemente caracterizada por un comportamiento competitivo. Un índice superior a 1800, se dice que la misma está altamente concentrada, con posibilidad de comportamiento oligopólico. Un índice entre 800 y 1800 revela una industria moderadamente concentrada, en donde la no colusión entre los principales participantes lleva a la disciplina competitiva.

Los resultados señalan que las cooperativas se encuentran moderadamente concentradas, y que realizan el mismo nivel de intermediación en su respectivo subsistema. El sistema bancario registra niveles aproximados a la zona considerada de mercado altamente concentrada, lo cual indica que tiene tendencia oligopólica, es importante notar que los bancos subieron su nivel de concentración con la fusión del BSC y el BME.

Las microfinancieras (fondos financieros privados y bancos microfinancieros) y mutuales de ahorro y préstamo, operan en un mercado más concentrado en pocas entidades, con el predominio de dos o tres instituciones grandes, (Gráfico 3).

Grafico 3
Índice de Herfindahl- Hirschman (IHH)
(Indice, de 2003 a junio de 2009)



Nota: El grupo de FFP incluye a Banco Los Andes y Banco Solidario S.A.
Fuente: Elaboración propia con información de ASFI, con datos mensuales.

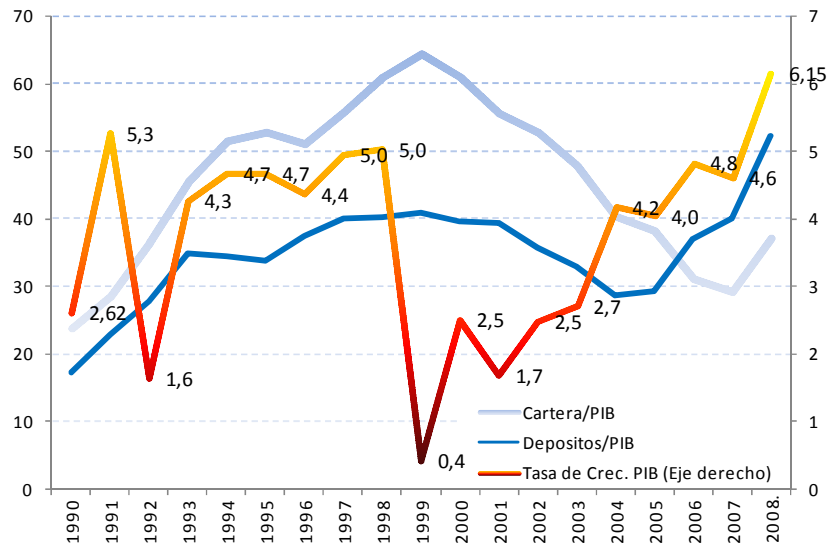
4. APROXIMACIONES A LA PROFUNDIZACIÓN FINANCIERA Y AL CRECIMIENTO ECONOMICO EN BOLIVIA

Como una aproximación para el estudio de la actividad financiera y económica se hará uso del análisis de comportamiento en indicadores y el análisis espectral.²⁵ En el Gráfico 4, se observan las trayectorias anuales de los ratios de depósitos, cartera en porcentaje del producto y la tasa de crecimiento del PIB en el periodo 1990 – 2008, observándose un paulatino ascenso y posterior descenso en los indicadores. Se puede apreciar que el aumento de la profundización del mercado financiero se reflejó en una mayor disposición de servicios de ahorro financiero y opciones de financiamiento de corto plazo y largo plazo duplicándose el porcentaje de depósitos y de créditos con relación al producto entre los años 1990 y 2000 ²⁶

²⁵ El análisis de densidad espectral, permite descomponer la función regular de una variable en componentes de ciclo definidos a partir de bandas de frecuencia, mostrando las señales regulares de corto y largo plazo.

²⁶ Algunos elementos que influyeron en el cambio de la dinámica del mercado bancario de captaciones en los años noventa fueron el acceso al financiamiento externo de bajo costo y una política monetaria y fiscal que o

Gráfico 4
Bolivia: Sistema Bancario Profundización Financiera y Crecimiento Económico
(En porcentajes, de 1990 -2008)



Fuente: Elaboración propia con información del INE- ASFI.

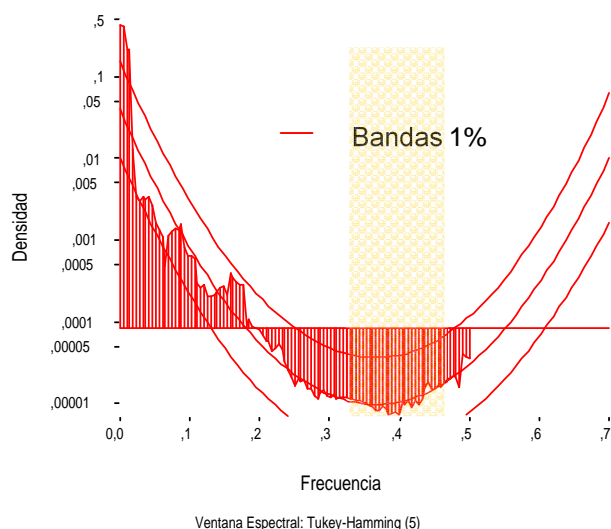
Nota: Los indicadores de profundización financiero se construyeron con la cartera y depósitos del sistema bancario comercial.

No obstante, un aspecto que llama la atención es la paulatina reducción en los ratios de profundización que habría seguido una tendencia descendente entre los periodos 1999 – 2003, descenso que se explicaría, ente otros, a la crisis asiática de 1998, fenómeno que habría contagiado a nuestro socios comerciales Brasil, Chile, Argentina, sin embargo este comportamiento habría cambiado con un posterior ascenso en los indicadores aunque con menor velocidad.

Para analizar las relaciones dinámicas entre los indicadores de cartera, depósitos y producto, utilizaremos el enfoque empleado por Gutierrez (2008), quien considera las relaciones de densidades coespectrales entre las variables (tasa de depreciación y tasa de inflación) además para proveer mayor robustez a los resultados el autor efectúa un ejercicio de ajuste no lineal a la función, con bandas de confianza que muestran los valores medios y extremos en los cuales se habría situado el ratio (Gráfico 5). Finalmente, la densidad del indicador de tendencia muestra un diagnóstico similar.

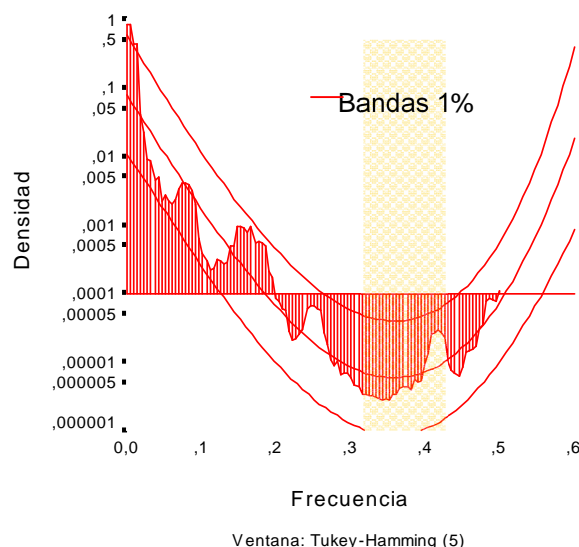
torgaron mayor ponderación a la estabilidad macroeconómica, que junto a los niveles de crecimiento económico superiores observados en la década anterior, generaron un escenario positivo para la profundización financiera, Al respecto véase Laguna (2007).

Gráfico 5
Densidad espectral de los Dep/PIB
(Espectro en frecuencias)



Fuente: Elaboración propia con información del INE, ASFI.

Gráfico 6
Densidad espectral de los Cred/PIB
(Espectro en frecuencias)

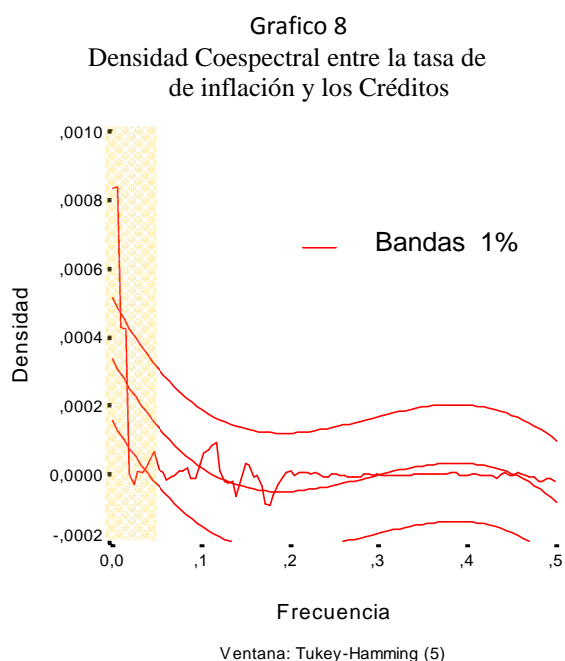
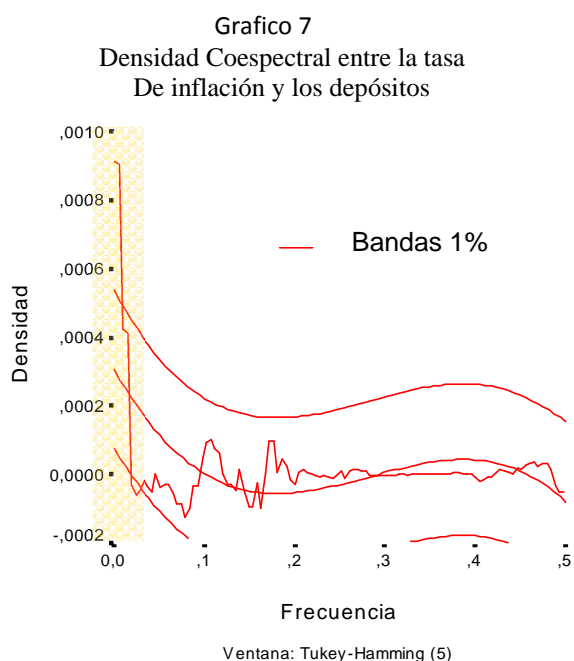


El espectro del ratio depósitos (proxy del ahorro) como porcentaje del PIB indica que existe un periodo bien diferenciado en la duración del ciclo de la profundidad de los depósitos en el sistema financiero. La frecuencia mas reducida corresponde a 0,40 mismo que muestra la duración de un ciclo de corta duración de 15 meses aproximadamente.

En esa línea, el espectro del ratio créditos como porcentaje del PIB indica que existe un periodo bien diferenciado en la duración del ciclo de la profundidad de los créditos del sistema financiero.²⁷ La frecuencia más reducida corresponde a 0,35 mismo que muestra la duración de un ciclo de corta duración de 17 meses aproximadamente.

Los resultados encontrados y el análisis expuesto en el Gráfico 6, correspondiente a la función de densidad de los dos indicadores de profundización financiera, señalan que la principal variación en la función se concentra cerca de la frecuencia 0,40 y 0,35. El primer resultado es consistente con lo esperado, la profundidad financiera en Bolivia está relacionada con movimientos cíclicos de corto plazo, por lo que se puede concluir que la relación entre los depósitos, la cartera con el PIB está compuesta fundamentalmente por movimientos de corto plazo. Este análisis precedente, indica que la profundización financiera en lo que respecta a los créditos y depósitos no necesariamente están vinculadas con los valores de equilibrio de largo plazo con la actividad económica.

²⁷ La duración del ciclo se calcula sustituyendo en la identidad $\lambda = 2\pi / \omega$, para más detalles véase la sección econométrica



Fuente: Elaboración propia con información del INE, ASFI

No obstante, los dos últimos gráficos muestran, las relaciones coespectrales de los depósitos, cartera con la tasa de inflación, en frecuencias espectrales. Los resultados encontrados muestran que estos dos indicadores relevantes para el seguimiento del sistema financiero se encuentran relacionados de manera estrecha con la tasa de inflación. Así por ejemplo en la frecuencia más baja del coespectro de los depósitos y la inflación (0,1) la temporalidad cíclica es de aproximadamente 62 meses. En tanto que los créditos esta representa aproximadamente 63 meses. Esto significa que la evolución del sistema financiero está directamente relacionada en el tiempo a los cambios en los precios.

4.3 Los datos y la especificación modificada para la ecuación de crecimiento

Esta sección presenta la especificación del modelo bayesiano y la estimación empírica de la ecuación de crecimiento. Para la estimación empírica se hace uso de series de tiempo trimestrales de las variables que a continuación se explican detalladamente en el período comprendido entre febrero de 1990 y diciembre de 2008. La mayoría de ellas provienen de las estadísticas habituales del Banco Central de Bolivia y del Instituto Nacional de Estadística (INE), describiéndose las definiciones, fuentes y construcción de los indicadores en el Anexo 1.

Dado que la producción agregada (PIB) se encuentra en una frecuencia trimestral, se optó desastacionalizar (con el método X-12 ARIMA), sobre la base de información trimestral. Para mensualizar las series en frecuencia trimestral se aplicó el método de interpolación de Ajuste

Cuadrático²⁸. Además, se tomó el indicador de la cartera de créditos, depósitos en porcentajes del PIB. También se hizo uso, de la inversión privada, gasto de gobierno, términos de intercambio, todos en términos de porcentaje del PIB y finalmente para capturar la dinámica de los precios en la actividad se incorporó un indicador de inflación resultado de la variación logarítmica del IPC.²⁹

De esta manera, la estructura de estimación queda planteada de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \log(Pib_t / Pob_t) = & \beta_0 + \beta_1 x \log(Cred_t / Pib_t) + \beta_2 x \log(Dep_t / Pib_t) \\ & + \beta_3 x \log(Ggob_t / Pib_t) + \beta_4 x \log(Inv_t / Pib_t) + \beta_5 x \log(Tin_t / Pob_t) \end{aligned}$$

Definición de los aprioris para una simulación bayesiana

La información de la tasa de crecimiento del PIB, inflación, depósitos, cartera, términos de intercambio se aproximaron haciendo uso de una distribución Beta³⁰, esto con el fin de encontrar los resultados en el rango de dominio (0,1). Primeramente, suponemos que los parámetros de la ecuación de cointegración, son variables aleatorias con distribución de probabilidad *a priori (subjetiva)*, beta, del tipo $x \sim \text{beta}(a,b)$, Suponemos que *a* y *b* se predeterminan sobre la base de la experiencia (para ello realizamos pruebas de densidad kernel e histogramas). La densidad beta, sigue de la forma;

$$\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} p^{a-1} (1-p)^{b-1} ; \quad a \geq 0; \quad b \geq 0$$

Esta distribución aproxima de manera insesgada, eficiente y consistente los parámetros del modelo a una densidad gaussiana normal de largo plazo (*condición a posteriori u objetiva*).

²⁸ El método de interpolación desagregación temporal de frecuencias de ajuste cuadrático, permite interpolar los valores desconocidos, puntualmente, o bien para aumentar la frecuencia de la serie. Este método se obtiene minimizando una expresión de desvíos con un factor de ajuste que resulta de la aproximación a una variable de comportamiento proxy.

²⁹ Para ver en mayor detalle la construcción de los indicadores ver Anexo I.

³⁰ La distribución beta han recibido gran atención de parte de la Estadística Bayesiana, donde los parámetros de una función de probabilidad son consideradas variables aleatorias con densidad beta, además de que la frecuencia de comportamiento de las variables aproximadas se encuentran en el dominio de la densidad, al respecto Rivero (1987).

Cuadro 5
Variables utilizadas en el modelo

$\log(Pib_t / Pob_t)$	Es el logaritmo del producto interno bruto (PIB) percapita	
β	Intercepto de la ecuacion	
$\log(Cred_t / Pib_t)$	Es el logaritmo de los creditos en porcentajes del PIB	
$\log(Dep_t / Pib_t)$	Es el logaritmo de los depósitos en porcentajes del PIB	
$\log(Ggob_t / Pib_t)$	Es el logaritmo de los gastos en porcentajes del PIB	
$\log(Inv_t / Pib_t)$	Es el logaritmo de la inversión en porcentajes del PIB	
$\log(Tin_t / Pib_t)$	Es el logaritmo de los terminos de intercambio en porcentajes del PIB	
Dum_t	Variable dummy	1 = para años de crisis bancarias 0 = en los otros años

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación se estimó, previas pruebas de estacionariedad a las variables, (Dickey Fuller, Dickey Fuller Aumentado, Phillips Perron, etc), verificando que los residuos estimados no tengan autocorrelación y que correspondan simplemente a “ruido blanco”. Para ello, se utilizó la prueba LM de autocorrelación. Entre las variables exógenas adicionales, se incluyeron tres variables dicotómicas para aislar componentes de crisis bancarias o puntos atípicos dentro la muestra.

7. Los resultados de la ecuación de crecimiento

El principal instrumento para el análisis de la ecuación de crecimiento bayesiana son las simulaciones estocásticas del método de Monte Carlo – Cadenas de Markov (MCCM).³¹ En esa línea, esta técnica permite aproximar a través de iteraciones aleatorias simulaciones a una distribución gaussiana (normal) a posteriori resultado del cual los cuantiles y la dinámica del trazo tienden a comportarse de manera estable en el trayecto de la simulación.³²

El siguiente cuadro muestra los coeficientes de la ecuación de crecimiento de largo plazo bayesiana para el periodo estimado, tanto para la cartera de créditos, depósitos, gasto de gobierno, inversión privada, términos de intercambio e inflación todos en porcentaje del PIB. La tasa de crecimiento del PIB estaría en torno a 0,04, en el largo plazo sin considerar rigideces. En el caso de los créditos el impacto se transmitiría entorno a 0,14 este ultimo resultado es consistente con la reducida

³¹ Una cadena de Markov es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. Esto significa que las cadenas de Markov tienen memoria “recuerdan” el ultimo evento y esto condiciona los eventos futuros. Al respecto véase Markov (1922).

³² Al respecto véase Rivero (2009).

participación del sistema financiero en la actividad agregada de la economía nacional, mientras el primer resultado, sería coherente con el crecimiento promedio de la economía entre los periodos 1990 a 2008.

La función para la ecuación de crecimiento toma la siguiente forma:

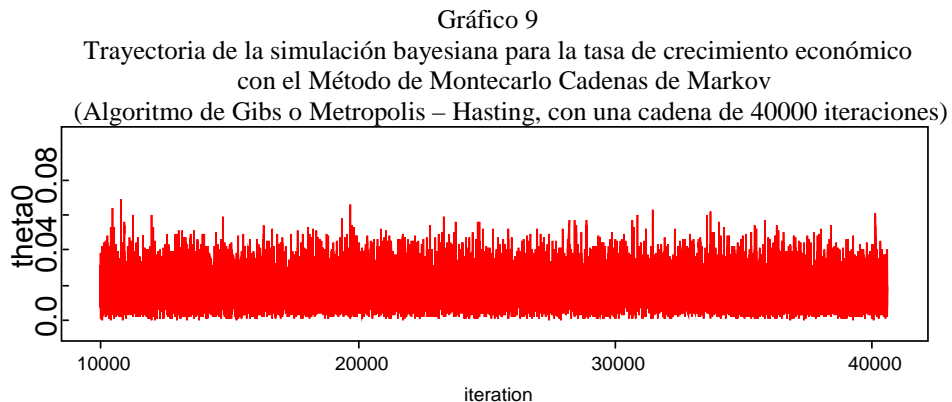
$$\begin{aligned} \varepsilon_t = & \log(Pib_t / Pob_t) - 0,04 - 0,14 \times \log(Cred_t / Pib_t) - 0,19 \times \log(Dep_t / Pib_t) \\ & - 0,13 \times \log(Ggob_t / Pib_t) - 0,13 \times \log(Inv_t / Pib_t) - 0,85 \times \log(Tin_t / Pob_t) \end{aligned}$$

(0,00)
(0,04)
(0,02)
(0,08)
(0,08)
(0,05)

Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

- Por cada incremento de 1% en los depósitos, implica que la actividad se incrementa en torno a 0,19 significativa estadísticamente.
- Por otro lado, el aumento de 1% en el indicador de gasto de gobierno, la actividad se acelera en 0,13, Por otro lado, el incremento en una unidad en el nivel de inversión la actividad crece en aproximadamente 0,13.
- Llama la atención la participación de los términos de intercambio, dado que el incremento en una unidad en el indicador, la actividad responde a un nivel de 0,85.

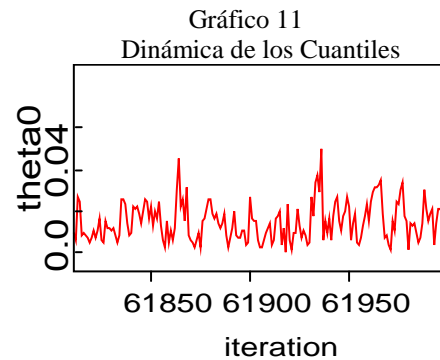
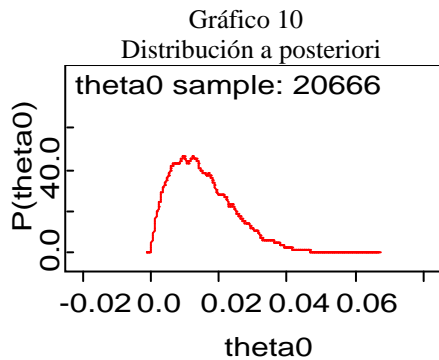
Corriendo una cadena de 20.000 iteraciones, se obtiene la siguiente simulación de los parámetros a través del Método de Monte Carlo – Cadenas de Markov (MCCM) (Gráfico 9).



Fuente: Elaboración de los autores.

La Figura anterior muestra la dinámica del parámetro θ_0 (tasa de crecimiento del PIB de largo plazo) con densidad de eventos aleatorios (cadenas de Markov), estables a lo largo de la simulación estocástica, sin sobresaltos bruscos en el parámetro del modelo.

En línea con el anterior resultado, los estadísticos de robustez bayesianos se aproximan (convergen) a una distribución gaussiana (normal) de largo plazo *a posteriori*, además la dinámica de los cuantiles muestra trayectorias similares a la anterior simulación con frecuencia de cambios estables alrededor del verdadero parámetro del cuantil (Figura 10 y 11).



Fuente: Elaboración de los autores.

Si bien el anterior resultado es ilustrativo, cubre un periodo extenso en el cual la actividad económica y sus determinantes han ido creciendo continuamente, no obstante, vale la pena señalar que este crecimiento no ha sido impulsado por la actividad de intermediación financiera.

Corresponde por lo tanto, efectuar el análisis con la inclusión de la dinámica de precios (inflación) en el modelo, fundamentalmente si este es un determinante o es pernicioso para la intermediación financiera y el crecimiento económico. Para ello se ha construido un indicador de inflación que resulta de la variación logarítmica del IPC.

Los resultados estimados se observa en el siguiente cuadro. Añadiendo la tasa de inflación en el modelo, el crecimiento del PIB de largo plazo se reduce en torno a 0,03. En el caso de los créditos y los depósitos disminuyen alrededor de 0,12 y 0,17 estos últimos resultados son consistentes con la experiencia de la hiperinflación de los años ochenta, en ambos casos una subida de precios reduciría la actividad económica y vía este canal la intermediación financiera.

La función para la ecuación de crecimiento incorporación la tasa de inflación toma la siguiente forma:

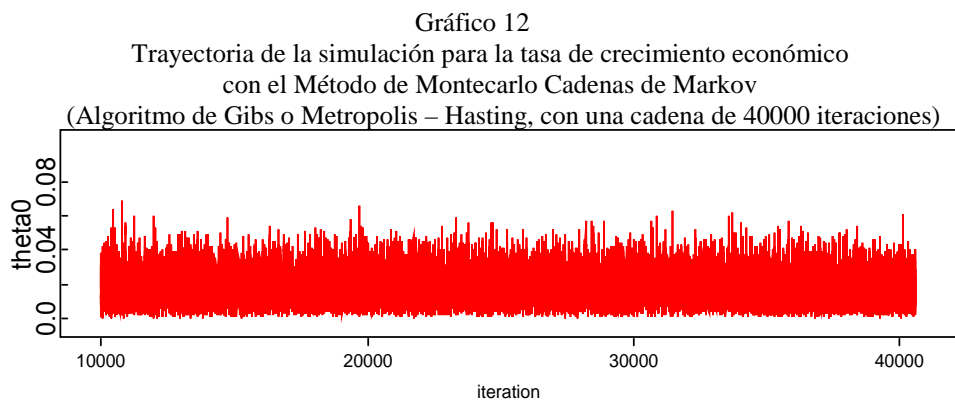
$$\begin{aligned} \varepsilon_t = & \log(Pib_t / Pob_t) - 0,03 - 0,12x \log(Cred_t / Pib_t) - 0,17x \log(Dep_t / Pib_t) \\ & - 0,13x \log(Ggob_t / Pib_t) - 0,12x \log(Inv_t / Pib_t) - 0,84x \log(Tin_t / Pob_t) + 0,10x \log(Inf_t^{IPC}) \end{aligned}$$

(0,01) (0,04) (0,09) (0,09) (0,07) (0,06) (0,01)

Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

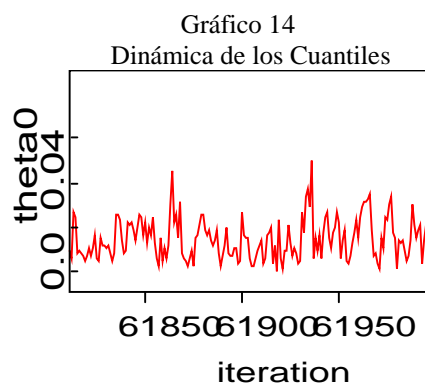
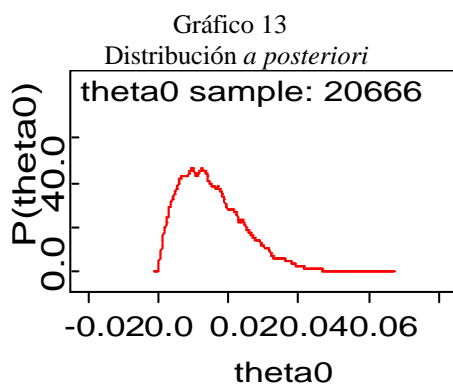
- Por cada incremento de 1% en el gasto público este se mantendría sin cambio en torno a 0,13.
- Por otro lado, el impacto marginal de 1% en el indicador de términos de intercambio, del mismo modo se mantendría sin cambio alguno alrededor de 0,84.
- Finalmente, y en línea con los anteriores resultados, la inclusión de la tasa de inflación en el modelo, desacelera la actividad económica de largo plazo en torno a un 0.03.

Corriendo una cadena de 20.000 iteraciones, se obtiene los siguientes re simulaciones de los parámetros a través de Métodos de Monte Carlo – Cadenas de Markov (MCCM) (Gráfico 12).



La Gráfica anterior muestra la dinámica del parámetro θ_0 (tasa de crecimiento del PIB de largo plazo) con densidad de eventos aleatorios (cadenas de Markov), estables a lo largo de la simulación estocástica, sin sobresaltos bruscos en el parámetro del modelo.

En línea con el anterior resultado, los estadísticos de robustez bayesianos se aproximan (convergen) a una distribución gaussiana (normal) de largo plazo a posteriori, además la dinámica de los cuantiles muestra trayectorias similares a la anterior simulación cambios estables alrededor del verdadero parámetro del cuantil (Gráficos 13 y 14).



Fuente: Elaboración de los autores.

Se debe aclarar que los resultados de pruebas de raíz unitaria confirman la percepción de la tasa crecimiento del PIB no contiene una raíz unitaria (es estacionario), lo cual guarda concordancia con el análisis anterior. En cuanto a la tasa de inflación contiene raíz unitaria, lo cual guarda concordancia con el análisis anterior.

Los resultados anteriores son fundamentales, pues señalaría la baja participación de la actividad financiera en el crecimiento económico aunque el componente de los depósitos es significativamente alto como para tener un impacto en el crecimiento económico. No obstante el componente de inflación es consistente con la experiencia del país, aumentos generalizados en los precios pueden ser perniciosos para la actividad financiera y la actividad económica. De esa forma se podría señalar que la política monetaria y financiera debe, concentrar sus esfuerzos en profundizar el sistema financiero donde además esto debe ir acompañado de una política monetaria concentrada en su objetivo de inflación, que garantice el crecimiento económico de largo plazo.³³

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

En este estudio se analiza la profundización financiera entendida como determinante para el manejo de política monetaria y el crecimiento económico en Bolivia, el análisis aborda dos aspectos fundamentales. En primer lugar se examinó desde la perspectiva histórica de Bolivia e internacional la existencia de una interrelación entre desarrollo financiero y crecimiento económico. En segundo lugar se desarrolló algunos aspectos de discusión relacionados a las imperfecciones del sistema financiero boliviano. Una vez identificado estos elementos, se procedió a identificar la temporalidad de los indicadores de profundización financiera. Finalmente se estimó la ecuación de crecimiento, que revela la participación del sistema financiero y la inflación en el crecimiento económico.

³³ Al respecto véase De Gregorio *op. cit.*

A través del estudio efectuado, se pudo identificar los siguientes aspectos:

a) Conclusiones desde el punto de vista descriptivo, analítico

- El periodo comprendido entre enero de 1980 y finales de 1985, el proceso de hiperinflación tuvo efectos nocivos en el aparato productivo de la economía y en la actividad de intermediación financiera.
- No obstante, posterior a la estabilización de los precios, en la década de los noventa se normalizó la actividad de intermediación financiera y la actividad económica comenzó a despegar de manera sostenida.
- Sin embargo, la fuerte expansión de los fondos financieros a partir del 2000, habría sido trascendental para amortiguar el impacto de la crisis internacional en la banca, además este ascenso habría ido acompañado por un aumento parcial en la actividad económica.
- La evidencia internacional mostró que la actividad de intermediación financiera es un sector fundamental para predecir la actividad de crecimiento futura.
- No obstante, en Bolivia habrían obstáculos estructurales para profundizar el sistema financiero, entre estos están la dolarización financiera, la estructura oligopólica en la determinación de tasas de interés y la reducida eficiencia de la banca comercial en colocar los recursos de la economía en inversiones de largo plazo.

b) Conclusiones desde el punto empírico

- El análisis de la temporalidad de los indicadores de profundidad financiera (ratio de los depósitos, créditos como porcentajes del PIB) señala relaciones cíclicas de corto plazo. Esto significa que en Bolivia, el sistema financiero tiene un vínculo de no tan estrecho con la actividad económica.
- Los resultados sugieren que el sector financiero en Bolivia es demasiado pequeño, aun si el componente de la tasa de depósitos es alto para tener un impacto significativo en el crecimiento económico, aspecto que distorsiona la transmisión de la política monetaria.
- El análisis de la ecuación de crecimiento así como la evidencia revisada muestra que el sector financiero en Bolivia es demasiado pequeño, aun si el componente de la tasa de depósitos es alto para tener un impacto significativo en la economía
- En este contexto, los resultados relacionados a la tasa de crecimiento del producto de largo plazo se encontraría en torno a 0,03 - 0,04, resultados consistentes con el desempeño

económico de los últimos 25 años.

- La participación de los indicadores en la actividad económica sería reducida, no obstante otras variables serían aun más significativas como los términos de intercambio. En lo que respecta a la tasa de inflación se evidencia de que esta sería perjudicial para el estímulo de la actividad económica y financiera esto debido fundamentalmente a la memoria de la hiperinflación.
- Entre los aspectos que quedan pendientes para una futura agenda de investigación sobre el tema, destaca fundamentalmente el tema del mercado de capitales, relacionado con este punto están las dificultades de despegue de la bolsa de valores. Como funciona ahora, la Bolsa Boliviana de Valores es demasiado pequeña y con un ámbito de operaciones demasiado estrecho como para tener una participación activa en el crecimiento de la economía y su relación con la intermediación financiera.

Bibliografía Preliminar

- Banco Central de Bolivia (2007). Boletín informativo No 156 abril 2007 y 162 de marzo de 2008, La Paz: Banco Central de Bolivia.
- Banco Central de Bolivia, MEMORIAS INSTITUCIONALES DE LA INSTITUCION de 1979, 1982, 1986, 1987, 1990, 1992, 1995, 2000, 2001, 2002, 2005, 2006, 2007. Documento del Banco Central de Bolivia, La Paz-Bolivia.
- Banco Central de Bolivia: Siete Momentos Capitales en los 77 años de Historia del Banco Central de Bolivia.
- Banco Central de Bolivia (2007). Informe de Estabilidad Financiera abril 2007, La Paz.
- BERGER, J. (1985), *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*, Springer and Verlag.
- BAUMENS, L., M. Lubrano and J. F. Richard (1999) *Bayesian Inference in Dynamics Econometric Models*, Oxford University Press.
- BECK, T. y R. Levine. "Stock Markets, Bank, and Growth: Correlation or Causality?" World Bank Policy Research Working Paper No. 2670, 2001.
- BECK, T., A. Demirguc-Kunt y R. Levine. "Law, Politics, and Finance." World Bank Policy Research Working Paper No. 2585, 2001.
- BECK, T., R. Levine y N. Loayza. "Finance and the Sources of Growth." World Bank Policy Research Working Paper No. 2057, 1999.
- CHIB, S. And Greenberg, E. (1996), Markov chain Monte Carlo Simulation methods in Econometrics, *Econometrics Theory*, 12, 409-431.
- DE GREGORIO, José (2006), "Metas de Inflación y el objetivo de Pleno Empleo", Trabajo Presentado en la Conferencia con el motivo de la inauguración del Año Académico, Facultad de Economía y Negocios de la Universidad Católica de Chile, Vol. 9 No.2, agosto.
- DE GREGORIO, José (2007), "Macroeconomía Teoría y Políticas", Banco Central de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, primera edición, 2007.
- DICKEY, D.A y W. FULLER (1984): "Testing for unit roots in seasonal time series". *Journal of the American Statistical Associations*, # 79, págs. 355-367.
- GUTIERREZ, Andres (2008), "La Política Cambiaria y el Control de la Inflación en Bolivia", Tesis de Grado presentado a la carrera de Economía Universidad Mayor de San Andres (UMSA), octubre de 2008.
- HAMILTON, James (1994), "Time Series Analysis", Princeton University Press. Princeton, N.J., 1994
- LÚTKEPOH (1993), "Introduction to Multiple Time Series Analysis", Spriger-Verlag, Segunda Edición.
- Levine, R. "Stock Markets, Growth, and Tax Policy." *Journal of Finance*, 46(4):1445-1465, 1991.
- DIAS, O., Marco Laguna (2007), "Factores que explican la reducción de las tasas de interés pasivas del sistema bancario boliviano", Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA), octubre de 2007.
- LEVINE, R.(1996) "Foreign banks, financial development, and economic growth." En C. Barfield, ed. *International Financial Markets*, Washington, D.C.: AEI Press, 1996.
- LEVINE, R. (1997) "Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda." *Journal of Economic Literature*, 35(2): 688-726, 1997a.

- LEVINE, R. (1997) "Law, Finance, and Economic Growth." Mimeo, 1997c.
- LEVINE, R. (1998) "The Legal Environment, Banks, and Long-Run Economic Growth." *Journal of Money, Credit, and Banking*, 30(3): 596-613, 1998.
- LEVINE, R. y S. Zervos (1995). "Capital Control Liberalization and Stock Market Development." World Bank Policy Research Department. Processed, 1995.
- LEVINE, R. y S. Zervos.(1996) "Stock Market Development and Long-Run Growth." *The World Bank Economic Review*, 10 (2): 323-339, 1996.
- LEVINE, R. y S. Zervos.(1998) "Stock Markets, Banks, and Economic Growth." *American Economic Review*, 88(3): 537-558, 1998.
- Levine, R., N. Loayza, y T. Beck. (1999) "Financial Intermediation and Growth: Causality and Causes." World Bank Policy Research Working Paper No. 2059, 1999.
- MORALES, Juan Antonio (1989), "La transición de la estabilidad al crecimiento sostenido en Bolivia", Publicación de la Universidad Católica Boliviana.
- MORALES, Juan Antonio (1989), "La transición de la estabilidad al crecimiento sostenido en Bolivia", Publicación de la Universidad Católica Boliviana.
- MORALES, Juan Antonio (1989) "Impacto Socio-Económico de las Reformas Financieras en Bolivia". Nov. 1989, Instituto de investigaciones Socio Económicas de la universidad Católica.
- MORALES, Juan Antonio y Jeffrey SACHS (1987) "La crisis económica en Bolivia". Sep. 1987, Instituto de investigaciones Socio Económicas de la universidad Católica.
- PRIESTLEY (1981), "Spectral Analysis and Time Series", Vol. 1 Univariate series. Academic Press Inc.
- ROMER, David (2001), "Macroeconomía Avanzada", Universidad de California Berkeley, 2da edición McGrawHill
- SIMS, C. (1988), "Bayesian Skepticism on unit root econometrics", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 463-474.
- TIERNEY, L. (1994), Markov Chains for Exploring Posterior Distributions (with discussion), *Annals of Statistics*,.
- ZELLNER, A. (1971) *Introduction To Bayesian Inference in Econometrics*, Wiley and Sons.
- Beck, T. y R. Levine. "New Firm Formation and Industry Growth: Does Having a Market or Bank-Based System Matter?" World Bank Policy Research Working Paper No. 2383, 2000.

Anexo 1 Definición de variables utilizadas

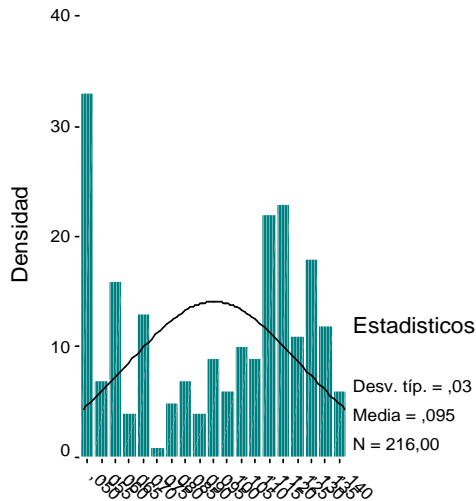
Variable	Fuente	Definición	Símbolo
Producto Interno Bruto	Instituto Nacional de Estadística	En miles de Bs.	Pib_t
Población	Instituto Nacional de Estadística	Numero de Habitantes	Pob_t
Índice de Precios al Consumidor	Instituto Nacional de Estadística	Indice, 2007=100	IPC
Inflación mensual	Elaboración propia	Diferencia logarítmica mensual del IPC	π_t^{IPC}
Cartera de créditos	Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero	En miles de Bs.	$Cred_t$
Depositos totales del sistema bancario	Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero	En miles de Bs.	Dep_t
Gasto de Gobierno	Instituto Nacional de Estadística	En miles de Bs.	$Ggob_t$
Inversión privada	Instituto Nacional de Estadística	En miles de Bs.	Inv_t
Terminos de intercambio	Banco Central de Bolivia		Tin_t
Depositos en caja de ahorro en Moneda extranjera	Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero	En miles de Bs.	$DcaME$
Depositos a plazo fijo en Moneda extranjera	Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero	En miles de Bs.	$DpfME$
Depositos a la vista en Moneda extranjera	Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero	En miles de Bs.	$DpvME$
Depósito en caja de ahorro	Elaboración propia	Ratio (proporción)	$DcaME/DcaT$
Depósito en a Plazo fijo	Elaboración propia	Ratio (proporción)	$DpfME/DpfT$
Depósito a la vista	Elaboración propia	Ratio (proporción)	$DpvME/DpvT$

Anexo 2 Pruebas de Raíz Unitaria para las principales Variables del Modelo

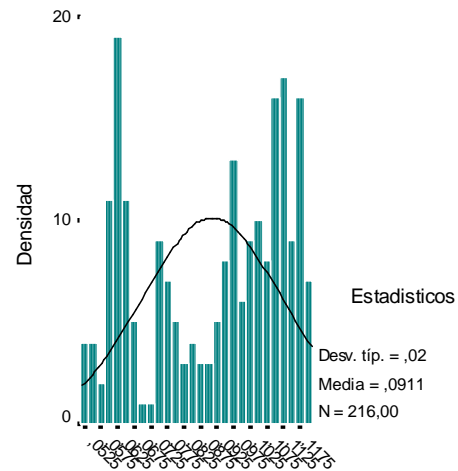
	Pib_t		$Cred_t$		IPC		π_t^{IPC}		Dep_t	
	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.
Estadístico DFA	-2,3205	-9,52393	-2,6968	-15,7505	6,44079	-6,04811	-2,4851	-10,6387	-1,59	-4,33096
Probabilidad (1)	0,421	0,000	0,076	0,0000	1,000	0,000	0,121	0,000	0,4859	0,0005
Valores críticos										
0,010	-4,004	-4,004	-3,463	-3,463	-2,576	-2,577	-3,465	-3,465	-3,462	-3,461
5%	-343%	-343%	-288%	-2,876	-1,942	-1,942	-2,877	-2,877	-2,875	-2,875
0,100	-3,140	-3,140	-2,574	-2,574	-1,616	-1,616	-2,575	-2,575	-2,574	-2,574
Constante	No		Si		No		Si		Si	
Tendencia	No		No		No		No		No	
Rezagos (Criterio)	1**		1***		0*		0***		3*	
Conclusión	Existe RU	No Existe RU	Existe RU	No Existe RU	No Existe RU	No Existe RU	Existe RU	No Existe RU	Existe RU	No Existe RU

	$Ggob_t$		Inv_t		Tin_t		$DcaME$		$DpfME$	
	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.	NIVELES	1ra. Dif.
Estadístico DFA	-2,936	-7,208	-2,888	-3,091	-1,896	-12,580	-13,439	-13,439	6,507	-5,484
Probabilidad (1)	0,0429	0,000	0,0485	0,0288	0,056	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
Valores críticos										
1%	-3,461	-3,461	-3,462	-3,462	-2,577	-2,577	-2,577	-2,577	-4,004	-4,004
5%	-2,875	-2,875	-2,875	-2,875	-1,943	-1,943	-1,943	-1,943	-3,432	-3,432
10%	-2,574	-2,574	-2,574	-2,574	-1,616	-1,616	-1,616	-1,616	-3,140	-3,140
Constante	No		No		No		Si		Si	
Tendencia	No		No		No		No		Si	
Rezagos (Mod. CIS)	3*		0**		1*		0*		1*	
Conclusión	Existe RU	No Existe RU	Existe RU	No Existe RU	Existe RU	No Existe RU	No Existe RU	No Existe RU	No Existe RU	No Existe RU

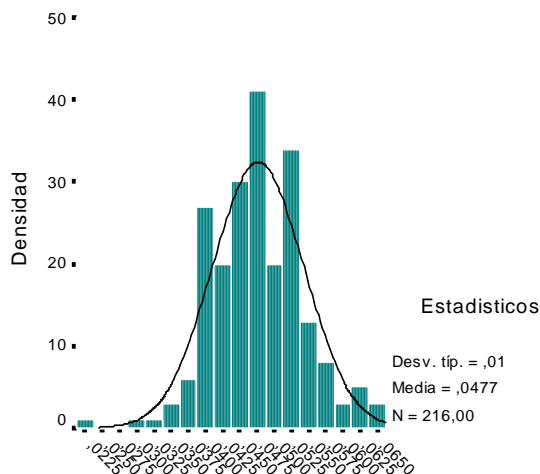
Anexo 3 Distribuciones Gaussianas Distribución de las principales variables seleccionadas



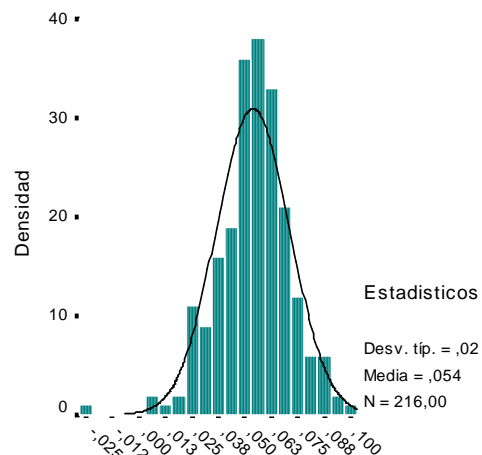
Credito como porcentaje del PIB



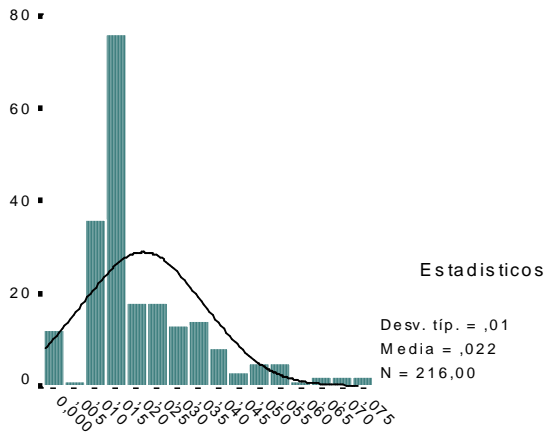
Depositos como porcentaje del PIB



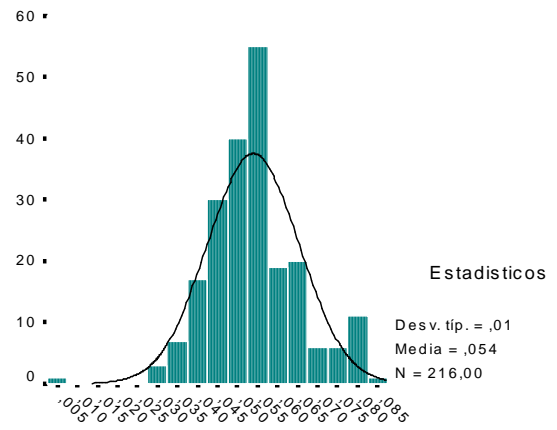
Gasto de Gobierno como porcentaje PIB



Inversion como porcentaje del PIB



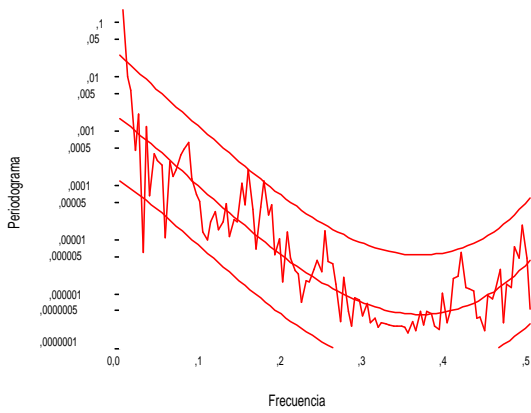
Terminos de Intercambio en porcentaje del PIB



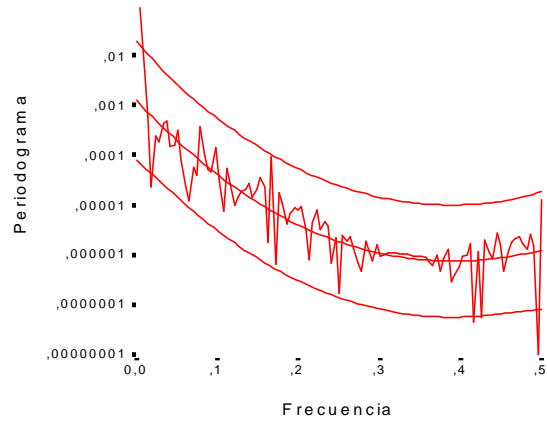
version en porcentaje del PIB desestacionalizado

Anexo 4 Estimaciones adicionales con el “Análisis Espectral”

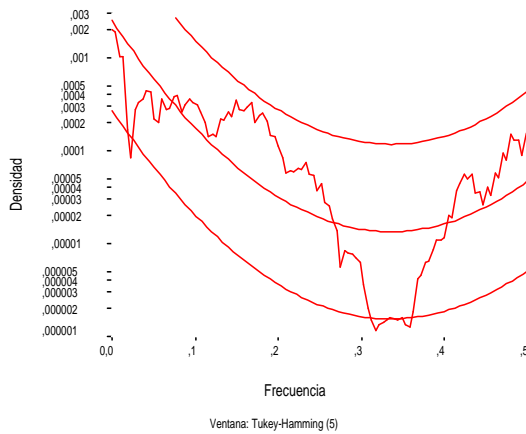
Periodograma de los créditos como porcentaje del PIB



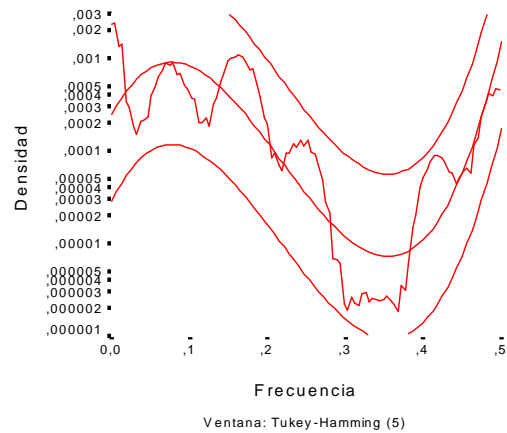
Periodograma de los depósitos como porcentaje del PIB



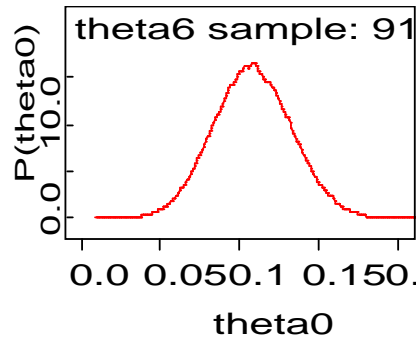
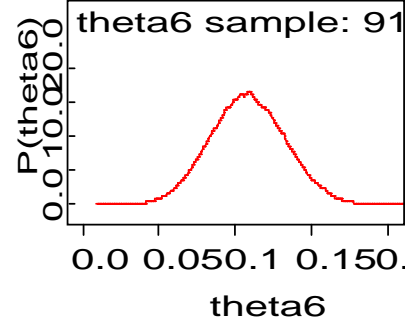
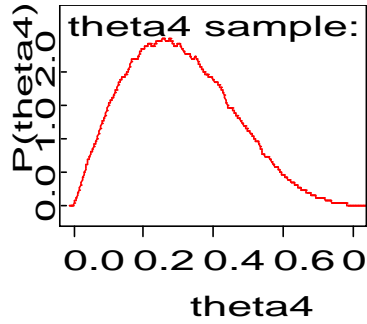
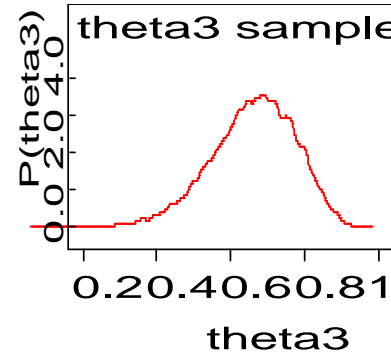
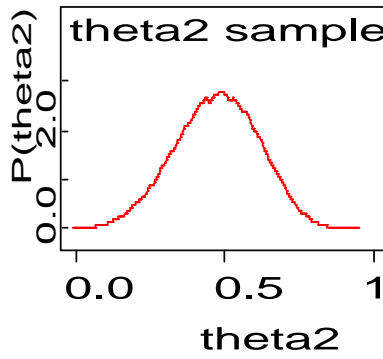
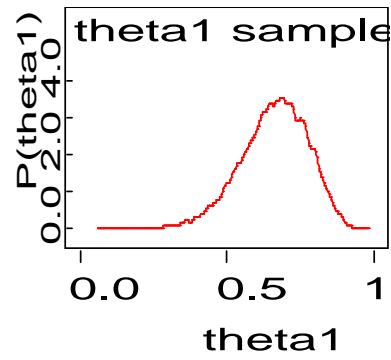
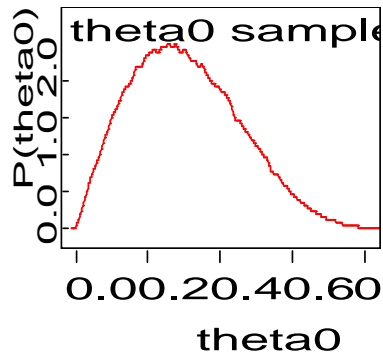
Espectro de los depósitos



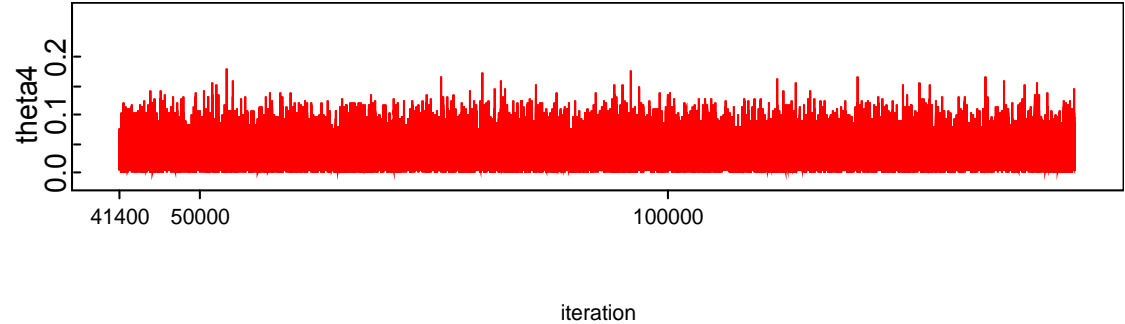
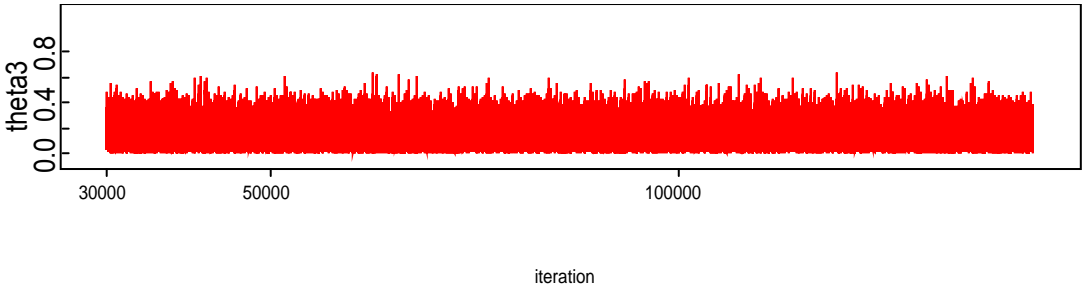
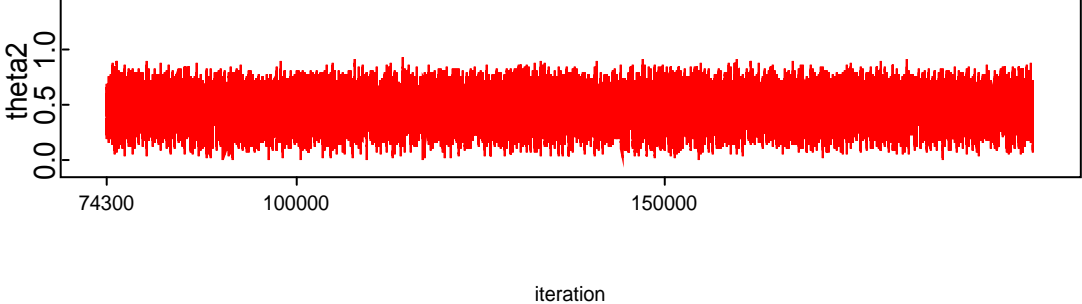
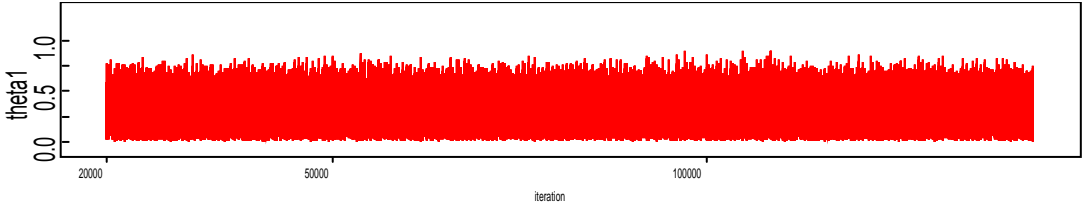
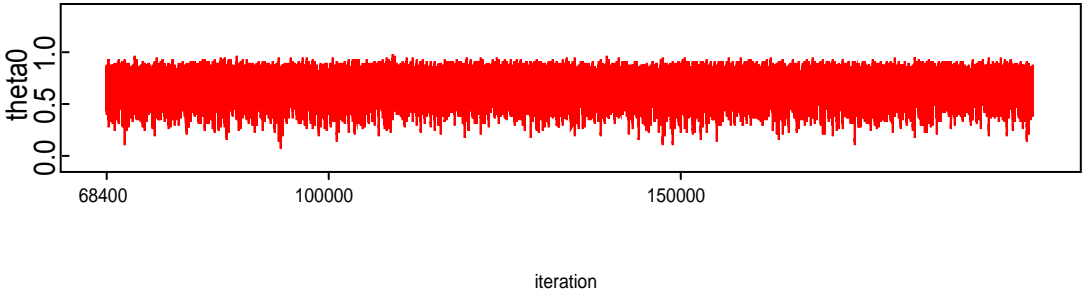
Espectro de los créditos

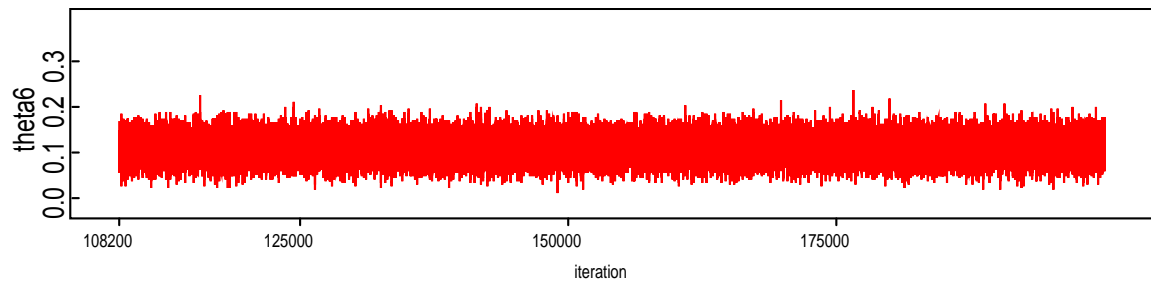
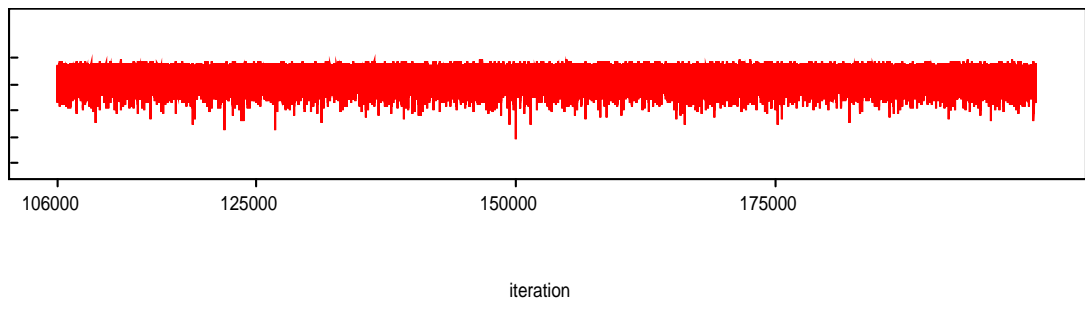


Anexo 5 Estimaciones adicionales con la "simulación bayesiana"
Densidades *a posteriori* Gaussianas



Anexo 6 Trayectoria de las Simulaciones con el Método de Montecarlo Cadenas de Markov
(Algoritmo Gibbs o Metropolis – Hasting, con una cadena de 20000 iteraciones)





Siguiendo el teorema de Bayes, la clasificación de las variables aleatorias se realiza con la distribución posterior de un vector de coeficientes k -dimensional q , obtenido con una matriz X de observaciones $p(X|q)$ se define de la siguiente manera:

$$p(q|X) = p(x|q) \frac{p(q)}{p(X)} \quad (0.1)$$

Donde $p(X|q)$ es una probabilidad conjunta n -dimensional y $p(q)$, $p(X)$ son probabilidades no condicionales. Ya que $p(X)$ no depende de q y por tanto no provee información inferencial acerca de los valores más probables de q , puede escribirse,

$$p(q|X) \propto p(q)p(X|q) \quad (0.2)$$

y la distribución posterior es el producto de la distribución prior y la función de verosimilitud. En base a una función de pérdida $L(q, \hat{q})$ que mida la discrepancia entre los valores del vector de parámetros y el vector de estimadores \hat{q} un estimador bayesiano \hat{q}_L puede hallarse minimizando,

$$\hat{q}_L = \arg \min_q E(L(q, \hat{q})|X) \quad (0.3)$$

con estimadores bayesianos puntuales que dependen de la elección de la función de pérdida; e.g. si se asume una función de errores cuadráticos, el estimador bayesiano de la tendencia central posterior se define por,

$$E(q|X) = \int q p(q|X) dq \quad (0.4)$$

Sin embargo **Error! Reference source not found.** puede ser difícil de estimar si la integral carece de una expresión analítica, por lo que métodos de simulación de Cadenas de Markov de Monte Carlo (e.g. el algoritmo de Gibbs o Metropolis-Hastings) pueden emplearse para obtener los estimadores bayesianos: por el teorema de integración de Monte Carlo, dadas las $\{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ muestras de $p(q|X)$ la tendencia central de la densidad posterior puede aproximarse con,

$$E(q|X) \approx \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m q_i \quad (0.5)$$

y según $m \rightarrow \infty$, **Error! Reference source not found.** converge al valor verdadero. En este caso,

$$y : N(Xb, h) \quad (0.6)$$

con $q = (b, h)$ para $b = (b_1, b_2, \dots, b_p)$ (el vector de parámetros de covariantes y h el parámetro de precisión $h = \frac{1}{s^2}$, donde s^2 es la varianza de la densidad gaussiana. Se asumen también densidades gaussianas no informativas (casi impropias) para $q = (b, h)$

$$h : N(0, 4 \times 10^{-3})$$

$$b: N(0, 2 \cdot 10^{-3}) \quad (0.7)$$

La densidad de clasificación resulta de,

$$y_0 = X \hat{b} \quad (0.8)$$

con el vector $y_0 = (y_1, y_2, y_3, y_4, \dots, y_i)$ para cada variable aleatoria, y $\hat{b} = (\hat{b}_1, \hat{b}_2, \dots, \hat{b}_p)$ un vector de tendencias centrales de las densidades posteriores estimadas de q , obtenidas después de la simulación de Gibbs.

Sección II Análisis espectral

Siguiendo a Priestley (1981) la técnica del análisis espectral, consiste en descomponer una serie temporal en componentes periódicos de diferentes frecuencias continuas del ciclo con distinta aportación a la varianza total de la serie, además de aislar la contribución de los factores “irregulares” al espectro, dejando a un lado el resto de los elementos (señales subyacentes) que constituyen el “valor esperado del ciclo de largo plazo”.

El autor considera que el comportamiento del periodograma (frecuencia irregular) no es una estimación consistente de la densidad espectral en el caso de procesos estocásticos. Por tanto, se debe calcular los coeficientes de ponderación, expresión que permite estimar el espectro y coespectro de la frecuencia.

$$h(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \lambda(r) e^{-i\omega r} R(\tau) d\tau$$

Donde $h(\omega)$ es la función de densidad espectral para procesos continuos (τ), además, $R(\tau)$ es la función de autocovarianza y finalmente los coeficientes de ponderación $\lambda(r)$ se determinan a partir de las expresiones denominadas ventanas espectrales, algunas de las más conocidas son ventanas de Barlett, Daniel, Tukey-Hanning, etc.³⁴

Adicionalmente, el periodo λ se relaciona con la frecuencia ω por medio de la siguiente identidad $\lambda = 2\pi/\omega$, misma que muestra la duración cíclica de la función de densidad coespectral; Donde λ es el tiempo que le toma a la onda todo el ciclo oscilar, mientras que la frecuencia ω es la velocidad angular medida en radianes por unidad de tiempo.

³⁴ Para mayor detalle sobre tipos de ventanas espectrales, puede consultarse el manual de Priestley (1981), así como los programas SPSS o JMulti, Win Bags Versión 7, RATS.