

# APALANCAMIENTO, CICLO FINANCIERO Y ECONOMICO EN BOLIVIA

## LEVERAGE, FINANCIAL AND BUSINESS CYCLES IN BOLIVIA

---

JOAB DAN VALDIVIA CORIA\*

Universidad Mayor de San Andrés

### RESUMEN

*El objetivo de la presente investigación es evidenciar los efectos del loan-to-value (LTV, apalancamiento) en el PIB de Bolivia. Los hechos estilizados muestran una relación procíclica entre el ciclo económico y financiero, aspecto que influye en los procesos intertemporales de asignación de recursos del sector financiero hacia el sector real. Los resultados del modelo RBC revelan que choques positivos (impulso-respuesta) en el LTV generan precios más elevados de los activos, un ciclo financiero positivo, reflejado en un incremento del nivel de créditos y depósitos; lo que se traduce en mayores niveles de inversión, empleo y producto. Asimismo, se corrobora que el LTV es un instrumento de doble filo y el uso excesivo puede desestabilizar la economía.*

Palabras clave: Real bussines cycles (RBC), fricciones financieras, loan-to-value (LTV), estimación bayesiana.

Clasificación JEL: E21, E32, E44.

### ABSTRACT

*This paper provides pioneering estimates of the impact of loan-to-value (LTV) ratios, also known as leverage, on Bolivia's GDP. The empirical*

---

\* Estudiante del Doctorado de Gestión del Desarrollo y Políticas Públicas, Universidad Mayor de San Andrés. E-mail: joab\_dan@hotmail.com

Este documento expresa el punto de vista del autor y no compromete la opinión de la institución a la que pertenece.

*evidence reveals the pro-cyclicality between the economic and financial cycles, which affects the intertemporal resource allocation processes between the financial and real sectors. The findings from the RBC model demonstrate that shocks in the loan-to-value (LTV) ratios trigger a rise in housing prices and greater consumption by entrepreneurs, leading to an increase in investment, employment, and output. Additionally, the study confirms that LTV ratios can be a double-edged instrument, as excessive use can potentially destabilize the economy.*

*Keywords: Real bussines cycles (RBC), financial frictions, loan to value (LTV), bayesian estimation.*

*JEL Classification: E21, E32, E44.*

## **I. INTRODUCCION**

Desde la crisis financiera del 2008, el rol del sector financiero ha adquirido importancia en el desarrollo de los modelos de equilibrio general, y sus efectos amplificadores en la economía real. La relación entre el sector empresarial y los bancos se establece mediante el canal del crédito y el apalancamiento; el incremento de ambas variables se traduce en una mayor inversión, repercutiendo en el producto.

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es revelar las primeras estimaciones de los efectos del apalancamiento en el crecimiento de la actividad económica de Bolivia. Para ello se desarrolló un modelo de equilibrio general con características de ciclos reales (RBC, por sus siglas en inglés). Al interior del modelo la restricción intertemporal (hoja de balance) del banco representativo describe el activo y el pasivo, es decir, los créditos y depósitos de la economía. Estos elementos, hoja de balance y crédito, presentan una relación estrecha con el LTV, ya que este último se emplea para financiar los activos de las entidades financieras, permitiendo incrementar la capacidad de oferta de créditos generando a su vez mayores ingresos financieros. En ese marco, el sector financiero afecta positivamente al sector real de la economía.

En línea con lo anterior, el análisis de comovimientos muestra una relación procíclica con una temporalidad de cuatro trimestres entre el ciclo económico y financiero, develando la característica de variable anticipada del sector real frente al ciclo financiero. Por su parte, las estimaciones de cuantilogramas cruzados a lo largo de la distribución evidencian la relación procíclica más elevada en el décimo cuantil, con un valor de 0,70; las estimaciones muestran que la actividad real se constituye en un indicador adelantado en cinco trimestres a las condiciones financieras, resultado que persiste hasta el decimoquinto cuantil de la distribución. Estos hallazgos muestran la sincronía de ambos ciclos entre 1999 y 2005, periodo en que la actividad económica se contrajo. Asimismo, a partir del decimosexto cuantil, el ciclo económico se convierte

en una variable adelantada en cuatro trimestres, aunque con una relación procíclica menor. A pesar de esta variación, el análisis a lo largo de la distribución en ambas variables muestra una relación positiva persistente, lo que sugiere la importancia de medir el impacto entre el ciclo real y financiero.

En este contexto, el desarrollo de un modelo RBC captura las relaciones no lineales presente en los hechos estilizados, por lo que los resultados llegan a ser más robustos a diferencia de otras metodologías. Los principales descubrimientos del modelo a partir de las funciones impulso respuesta (FIR) predicen que choques en el *loan-to-value* (LTV, apalancamiento) generan precios más atractivos en los activos, por esta razón los hogares invierten en la acumulación del *stock* de vivienda. Además, el crédito responde de manera positiva incrementando el consumo de los empresarios, traduciéndose en un aumento del margen financiero de los bancos. En consecuencia, los efectos en el sector real se plasman en mayores niveles de inversión, empleo y producto.

Los hallazgos encontrados secundan lo propuesto por Iacoviello (2015) ... “la idea de que los ciclos económicos son financieros y no reales”. [Traducción libre de Iacoviello, 2015, p.141]. Asimismo, se corrobora los efectos positivos persistentes del LTV en los precios de los activos (vivienda); en línea con Geanakoplos (2010), se evidencia que el apalancamiento es una herramienta de doble filo, la que puede aumentar las ganancias o las pérdidas y su uso excesivo podría desestabilizar la economía.

De esta manera, a partir de las estimaciones de los parámetros se pudo caracterizar los hechos estilizados en la literatura y que la evidencia empírica estudia. Por ejemplo, los valores de los factores subjetivos de descuento de empresarios y bancos ( $\beta_E$  y  $\beta_B$ , respectivamente) son menores al de los hogares ( $\beta_H$ ); esto implica la existencia de impaciencia del consumo presente de ambos agentes, en primer lugar como consecuencia del retorno positivo de la inversión dando lugar a la canalización de ganancias de los empresarios y el segundo se debe a un mayor apalancamiento mediante la intermediación financiera ampliando de este modo el margen financiero, traduciéndose en un incremento del producto.

Después de esta primera sección, en la segunda se realiza la revisión de la literatura; en la tercera se presentan algunos hechos estilizados con metodologías lineales y no lineales; en la cuarta se encuentra el desarrollo del modelo RBC; en la quinta sección se muestran los resultados obtenidos; y finalmente, en la sexta sección, se presentan las conclusiones.

## II. REVISION DE LITERATURA

En general los estudios para Bolivia evidencian una relación positiva entre variables del sector real y financiero, entre los consultados más relevantes se encuentran: Quelca (2006), muestra prociclicidad entre las relaciones económicas al comportamiento del sistema financiero, siendo la primera, ciclo económico, una variable adelantada al ciclo financiero; Humerez y Yáñez (2011) indican que el desarrollo del sistema

financiero (medido a partir de la razón M3/PIB) y el PIB de Servicios Financieros tienen efectos positivos en el corto plazo en el producto; asimismo, Peñaloza y Valdivia (2013) encuentran prociclicidad entre el ciclo económico y del crédito a nivel sectorial, muestran que el impacto promedio del crédito sobre el sector productivo de la actividad económica es de 0,14%, con una persistencia de tres trimestres aproximadamente y finalmente Valdivia (2019) encuentra una elasticidad positiva promedio a nivel sectorial entre el crédito y crecimiento del producto del 0,12%.

Asimismo, en la literatura contemporánea, la relevancia del análisis del LTV se dio por el concepto del ciclo del apalancamiento, teoría desarrollada por Geanakoplos (2010). Esta teoría indica la importancia del apalancamiento y su relación con el precio de los activos en el mercado financiero, debido a que el incremento del LTV puede generar expansiones o contracciones del ciclo económico. Según el autor, la expansión del crédito y el aumento de los precios de los activos suelen estar estrechamente relacionados, lo que a su vez podría generar un ciclo positivo de apalancamiento, aspecto que puede desencadenar una espiral de endeudamiento y precios elevados de los activos, lo que convergería en una crisis financiera.

Por su parte, el desarrollo de modelos de equilibrio general con la incorporación del sector financiero se dio a causa de la crisis financiera de 2008; sin embargo, existen trabajos previos a este suceso que muestran la relevancia en incorporar este sector en modelos estructurales. La literatura canónica acerca de fricciones financieras hace referencia a los trabajos de Kiyotaki y Moore (1997), Bernanke *et al.* (1999), Iacoviello (2005) y Gertler y Karadi (2011). En términos generales los documentos analizan el canal del crédito, efectos amplificadores de choques de variables estocásticas sobre endógenas por la incorporación del sector bancario en los modelos; asimismo, modelan el comportamiento de un banco representativo con la incorporación de hoja de balance, entre las características más relevantes.

En el caso de Bolivia, la literatura no cuenta con muchas investigaciones que desarrollen modelos de equilibrio general con el sector financiero, por lo que es admisible la necesidad de incursionar en este tipo de modelación, ya que permite la simulación de resultados a partir de variables no observables (como es el caso del LTV) y evidenciar sus efectos en variables reales macroeconómicas. Las investigaciones con modelos de equilibrio general que incluyen fricciones financieras para Bolivia son Díaz y Garrón (2016), el documento explora la interacciones entre el sector bancario con otros agentes de la economía, cuantifica el impacto de la política monetaria a partir de cambios en la tasa de encaje legal e inyecciones de liquidez en el desempeño de la intermediación financiera, y Valdivia (2016), el que incorpora fricciones financieras a un modelo caracterizado por ser una economía pequeña y abierta, mide los efectos de la política monetaria (regla de Taylor) y la política fiscal en el comportamiento de las tasas de interés.

En el presente documento de investigación se tomó como base principal los modelos propuestos de Brzoza-Brzezina y Makarski (2009), Gerali *et al.* (2010), Iacoviello (2015) y Sánchez (2016), la razón principal es la incorporación del LTV como una

variable exógena, ya que las variaciones en esta variable pueden interpretarse como choques directos a la oferta de préstamo (Gerali *et al.*, 2010), impulsando expansiones del ciclo económico y financiero.

### III. HECHOS ESTILIZADOS

El ciclo financiero de mediano plazo de Bolivia (Apéndice A, Gráfico A.1.) se caracteriza por cuatro periodos: i) entre 1995 y 1996 se identifica una fase negativa del indicador asociado al incremento de la mora en el sistema financiero y a la liquidación de bancos (entre los principales el Banco Sur y el Banco Cochabamba), además se creó el Fondo de Desarrollo del Sistema Financiero y de Apoyo al Sector Productivo (FONDESIF) para fortalecer el sistema financiero. En 1996 se promulgó el D.S. 24436, que estableció que el FONDESIF absorbiera al Fondo de Fortalecimiento del Sistema Cooperativo de Ahorro y Crédito (creado en marzo de ese año). Se habilitó al FONDESIF –en lo que se denominó el salvataje– a utilizar 250 millones de dólares para fortalecer a sociedades anónimas que trabajasen en el sistema<sup>1</sup>; ii) desde finales de los 90 y principios del 2000 culminaría la liquidación del Banco Agrícola, Banco Minero y el Banco Internacional de Desarrollo S.A; en este contexto, algunos indicadores del sistema financiero, como ser el índice de morosidad, se deterioró (incremento de 14,6% en diciembre de 2001); además, según Jemio (2006), 1999 se caracterizó como el inicio del *credit crunch* del sistema financiero de Bolivia, el que duró hasta finales de 2004, a consecuencia de una debilidad en los indicadores macroeconómicos y la disminución de la cartera vigente y depósitos; iii) entre 2006 y 2013 se observa una fase positiva del ciclo financiero acompañado de una expansión del ciclo económico, este comportamiento se asocia a un contexto internacional favorable por el *boom* de los precios de materias primas, principalmente petróleo y minerales; sin embargo, desde 2012 se observó disminuciones sostenidas del índice de términos de intercambio y un menor ritmo del crecimiento económico, y iv) en los últimos años (2014-2021) se identificaron dos subfases, una expansiva y otra contractiva; la primera, 2014-2017, se debe a la promulgación de la Ley N° 393 de Servicios Financieros, la que asigna con prioridad recursos financieros al sector productivo y de vivienda de interés social con el fin de impulsar el crecimiento económico<sup>2</sup>, y la segunda, 2018-2021, se explica

---

<sup>1</sup> ASFI (2013) ... “Tomando en cuenta la crisis financiera provocada por la liquidación de los bancos Cochabamba y Sur, los créditos otorgados por el BCB y los fondos del FONDESIF, la crisis bancaria entre 1994 y 1996 tuvo un costo de 4% del PIB...”

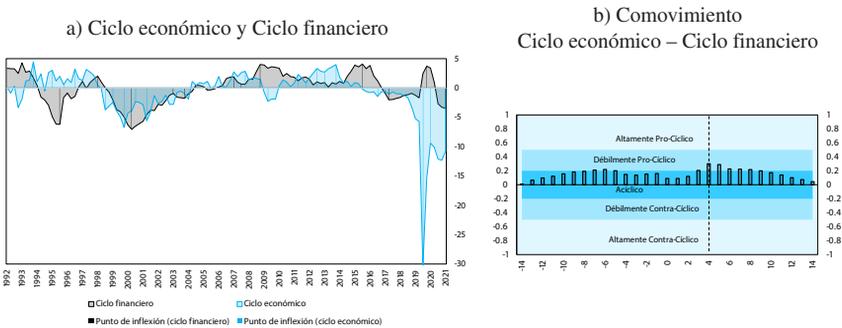
<sup>2</sup> El artículo 67 de la Ley de Servicios Financieros 393 establece: “(Sectoros Priorizados). Los niveles mínimos de cartera a establecerse, deberán priorizar la asignación de recursos con destino a vivienda de interés social y al sector productivo principalmente en los segmentos de la micro, pequeña y mediana empresa urbana y rural, artesanos y organizaciones económicas comunitarias”.

por una desaceleración de los depósitos y el crédito a consecuencia de menores niveles de liquidez.

A partir de la relación estadística lineal del ciclo económico y financiero entre 1990 y 2021 se evidencia prociclicidad en ambas variables, los comovimientos estimados indican que la actividad real se adelanta al ciclo financiero en aproximadamente cuatro trimestres (Gráfico 1). Este resultado se debe a la relación inversión-ahorro de la economía, ya que gracias a la intermediación financiera existe asignación de recursos al sector real de la economía, lo que genera procesos económicos intertemporales para la acumulación de riqueza impulsando el crecimiento económico y el bienestar (Schinasi, 2004).

## GRAFICO 1

### CICLO ECONOMICO Y FINANCIERO E IDENTIFICACION DE PUNTOS DE INFLEXION



Fuente: Elaboración propia. El ciclo financiero fue estimado por la metodología de Basilea III en línea con Fendoglu (2017); la brecha del crédito/PIB se obtiene mediante el filtro de Hodrick-Prescott (HP) de una sola cola con un  $\lambda=1600$ , el autor define el valor de este parámetro para el ciclo financiero de mediano plazo para economías emergentes.

Por su parte, el PIB fue desestacionalizado por la metodología del National Bureau of Economic Research (NBER), X-ARIMA13. El componente cíclico del PIB fue estimado con el filtro de Hamilton basado en el trabajo de Quast y Wolters (2020). Finalmente, los puntos de inflexión se identificaron bajo la metodología de Harding y Pagan (2002) financiero.

Los umbrales de los comovimientos se obtuvieron con base a Argandoña *et al.* (1997).

Dentro de la identificación de los puntos de giro se observa que durante la crisis sanitaria del COVID-19 (desde 2020) el ciclo económico presenta dos puntos de valle, en contraste, se identifica un pico del ciclo financiero; en ese sentido, la submuestra devela estimaciones contrarias a las presentadas anteriormente, por lo que es posible la necesidad de ampliar el análisis de los hechos estilizados mediante métodos que establezcan relaciones no lineales entre dos variables. Por ello se recurrió a la

estimación de cuatilogramas cruzados, metodología propuesta por Han *et al.* (2016). Esta metodología mide la relación de dos series temporales que no necesariamente implica predictibilidad direccional lineal una de la otra<sup>3</sup>.

El análisis estadístico no lineal acerca de la distribución del ciclo económico y financiero se realiza a partir de la división de los cuantiles (percentiles). En la porción inferior de la distribución (cuantiles inferiores), ambas variables presentan la relación procíclica más fuerte, específicamente en el décimo cuantil se registra un valor de 0,70; en este caso, el sector real se constituye en un indicador adelantado en cinco trimestres a las condiciones financieras, resultado persistente hasta el decimoquinto cuantil (Gráfico 2). Estos resultados reflejan la sincronía de la contracción de ambos ciclos entre 1999 y 2005 (Gráfico 1), periodo en la que se registró el *credit crunch* del sistema financiero. Sin embargo, entre el sexagésimo y nonagésimo cuantil (porción superior de la distribución), los valores de los cuatilogramas se encuentran en un intervalo de 0,39 y 0,60; persistiendo la relación procíclica entre el ciclo económico y financiero; a diferencia de la primera mitad de la distribución el sector real se constituye en una variable adelantada en cuatro trimestres. Este hallazgo significa que en periodos de expansivos de ambos ciclos la relación procíclica perdura en aproximadamente un año (Gráfico 2).

GRAFICO 2

CUANTIOGRAMAS CRUZADOS CICLO ECONOMICO Y FINANCIERO



Fuente: Elaboración propia.

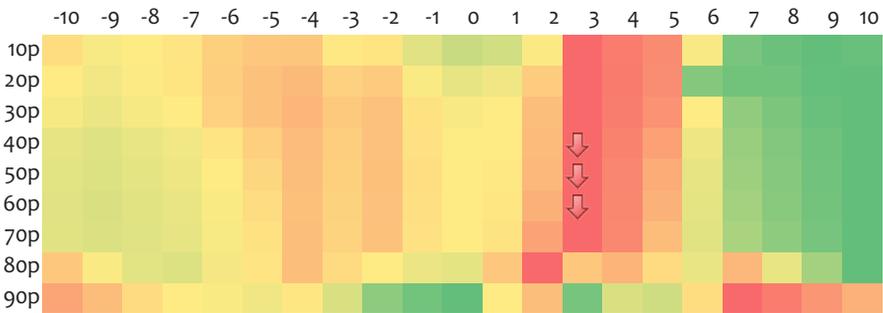
La metodología de los cuatilogramas cruzados puede verse en el Apéndice B. Pham (2021) muestra una representación de cuatilogramas en un mapa de calor.

<sup>3</sup> El concepto de cuatilograma y la metodología fue propuesta por Linton y Whang (2007) para medir la predictibilidad en diferentes partes de la distribución de una serie temporal. Los autores señalan que el cuatilograma ayuda a medir la dependencia no lineal basada en el correlograma de los cuantiles.

Por su parte, la relación entre la tasa de interés y el crecimiento del consumo de los hogares es inverso<sup>4</sup>, este hecho estilizado se debe a la relación teórica presente en la ecuación de Euler. Los resultados a partir de una regresión lineal entre el crecimiento del consumo y la tasa de interés activa y pasiva muestran que el coeficiente de determinación (R2) es de 0,04 y 0,05, respectivamente (Apéndice A, Gráfico A.2.); los valores bajos del R2 se explican por las observaciones del consumo en 2020 (datos atípicos) a consecuencia de la crisis sanitaria<sup>5</sup>. En este contexto, la estimación de relaciones no lineales a partir de los cuantilogramas cruzados evidencian que entre el decimocuarto y decimosexto cuantil, incrementos de la tasa de interés generaría una disminución en el consumo de los hogares (Gráfico 3).

### GRAFICO 3

CUANTIOGRAMAS CRUZADOS CONSUMO Y TASA DE INTERES ACTIVA



Fuente: Elaboración propia.

La metodología de los cuantilogramas cruzados puede verse en el Apéndice B. Pham (2021) muestra una representación de cuantilogramas en un mapa de calor.

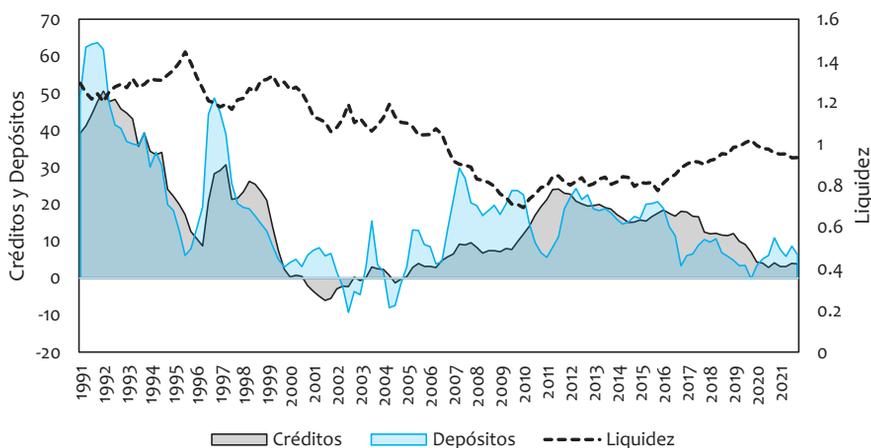
En contraste, un mayor consumo a partir de la disminución de la tasa de interés involucra el análisis de la cartera variable, que ayuda a financiar la inversión con un retorno futuro. Por lo citado, los bancos tienen un rol importante como prestamista: captan recursos (depósitos) para apalancar al sector real de la economía. Este apalancamiento tiene un límite, el acceso al crédito, mismo que se establece por el nivel de liquidez

<sup>4</sup> Por consiguiente los efectos de la tasa de interés muestran una relación negativa en los componentes de la absorción (C+INV+G), lo que se traduce que ante incrementos de esta variable la demanda interna reduciría.

<sup>5</sup> Se realizó regresiones lineales entre 1998 y 2019, en ambos casos el R2 es de 0,29; resultado que evidencia que debido al inicio de la pandemia del COVID-19 el estudio de relaciones lineales entre dos variables podrían tener resultados menos robustos.

de un banco. Con datos a 2021, el comportamiento de la liquidez es estable, cercano a la unidad, si bien los créditos y depósitos presentan tasas de crecimiento positivas, estas presentan un menor ritmo que pasadas gestiones, este escenario se explicaría por la ruptura de la crisis sanitaria COVID-19 que afectó el crecimiento de corto, mediano y largo plazo de la económica boliviana (Gráfico 4).

GRAFICO 4  
 CRECIMIENTO DE CREDITOS, DEPOSITOS Y LIQUIDEZ  
 (En porcentaje)



Fuente: Banco Central de Bolivia (BCB)

Nota: Deléchat *et al.* (2012) y Gautam (2016) consideran que el ratio créditos/depósitos es una medida de liquidez desde la perspectiva de los bancos, la que indica el porcentaje de los activos de un banco inmovilizado en préstamos sin liquidez.

Por otra parte, el apalancamiento de los empresarios se refleja en los préstamos (créditos) presentes en la hoja de balance del sistema bancario, activos; y los recursos provenientes del público en general (depósitos) son obligaciones de los bancos traducidos en pasivos (Apéndice A, Cuadro A.1.). El comportamiento de ambas variables en términos de crecimiento es el mismo al observado en los créditos depósitos y créditos (Gráfico 4).

### IV. MODELO

El presente modelo RBC está descrito en tiempo discreto con tres agentes: hogares, empresarios y bancos. Los hogares consumen, trabajan y pueden adquirir bienes inmuebles. Los empresarios acumulan bienes inmuebles, contratan a los hogares y piden préstamos a los bancos. La intermediación de los fondos lo realiza el banco.

#### Hogares

Existe un continuo de hogares indexados por  $j$  en una economía. Cada uno maximiza una función de utilidad, eligiendo una senda óptima de consumo ( $C_{H,t}$ ), oferta laboral ( $N_t$ ) y demanda de vivienda ( $h_{H,t}$ )<sup>6</sup>.

$$\max_{C_{H,t}, N_t, D_t, h_{H,t}} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta_H^t \left[ \log C_{H,t} + \gamma^h \log h_{H,t} - \gamma^N \varepsilon_{N,t} \frac{N_t^{1+\eta} + 1}{1+\eta} \right] \right\}$$

donde  $\beta_H \in (0, 1)$  es la tasa subjetiva de descuento de los hogares,  $\eta$  es la inversa de la elasticidad de la oferta laboral de Frish (elasticidad del trabajo respecto del salario real),  $\gamma^h$  es el parámetro que mide la preferencia respecto de vivienda y  $\gamma^N$  es la valoración de los hogares que asigna al ocio en función de su utilidad.

Para que exista una condición óptima en el comportamiento del agente representativo, las restricciones que enfrenta  $\forall t$  son descritas como:

$$\begin{aligned} C_{H,t} + D_t + P_{h,t} I_{H,t} &= W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1} + \varepsilon_{B,t} \\ h_{H,t} &= h_{H,t-1} + I_{H,t} \end{aligned}$$

donde  $P_{h,t}$  es una agregación de los precios de la vivienda,  $I_{H,t}$  es la inversión en vivienda que realizan los hogares,  $W_t$  es el salario,  $D_t$  son los depósitos y  $i_t^D$  es la tasa de interés pasiva. El término  $\varepsilon_{B,t}$  denota un choque de redistribución que transfiere riqueza del banco al hogar, el mismo choque, con signo contrario, aparece también en la restricción presupuestaria del banco representativo.

Las condiciones de primer orden para el consumo, demanda de vivienda y oferta laboral son:

<sup>6</sup> La agregación del consumo, oferta laboral y de demanda de vivienda inserta en la función de utilidad de los hogares indexados en esta economía es:  $C_{H,t} = \left( \int_0^1 C_{H,t}(j) \frac{\varepsilon^{C_{H,t}-1}}{\varepsilon^{C_{H,t}}} dj \right) \frac{\varepsilon^{C_{H,t}}}{\varepsilon^{C_{H,t}-1}}$ ,  $N_t = \left( \int_0^1 N_t(j) \frac{\varepsilon^{N_t-1}}{\varepsilon^{N_t}} dj \right) \frac{\varepsilon^{N_t}}{\varepsilon^{N_t-1}}$  y  $h_{H,t} = \left( \int_0^1 h_{H,t}(j) \frac{\varepsilon^{h_{H,t}-1}}{\varepsilon^{h_{H,t}}} dj \right) \frac{\varepsilon^{h_{H,t}}}{\varepsilon^{h_{H,t}-1}}$ , respectivamente.  $\varepsilon^{C_H}$ ,  $\varepsilon^N$  y  $\varepsilon^{h_H}$  son elasticidades de sustitución: de la canasta de consumo de los hogares, entre los diferentes trabajos del mercado laboral y de la preferencia de la vivienda.

$$C_{H,t}^{-1} = \beta_H i_t^D E_t C_{H,t+1}^{-1} \tag{1}$$

$$h_{H,t}^{-1} = C_{H,t}^{-1} P_{h,t} - \beta_H E_t C_{H,t+1}^{-1} P_{h,t+1} \tag{2}$$

$$\gamma^N \varepsilon_{N,t} N_t^\eta = W_t C_{H,t}^{-1} \tag{3}$$

**Empresarios**

El empresario representativo obtiene utilidad solo de su consumo ( $C_{E,t}$ ) y resuelve el siguiente problema<sup>7</sup>:

$$\max_{C_{E,t}, N_t, L_{t+1}, h_{E,t}} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t (\log C_{E,t}) \right\}$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} C_{E,t} + P_{h,t} I_{E,t} + (i_t^L)^{-1} L_{t-1} + W_t N_t &= Y_t + L_t \\ h_{E,t} &= h_{E,t-1} + I_{E,t} \\ Y_t &= A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{1-\alpha} \\ (i_t^L)^{-1} L_t &\leq LTV_t E_t (P_{h,t+1} h_{E,t}) \end{aligned}$$

donde  $\beta_E \varepsilon(0, 1)$  es la tasa subjetiva de descuento de los empresarios,  $I_{H,t}$  es la inversión en vivienda que realizan los empresarios,  $L_t$  son los créditos asignados por los bancos,  $i_t^L$  es la tasa de interés activa,  $h_{E,t}$  es la acumulación de vivienda,  $Y_t$  es la producción y  $LTV_t$  es la *loan to value* (LTV, apalancamiento) que sigue un proceso autorregresivo AR(1) con innovaciones estocásticas i.i.d.  $NN(0, \vartheta^2)$ . La última expresión se denomina restricciones del colateral, Kiyotaki y Moore (1997) indican que el lado derecho de la ecuación, el financiamiento  $((i_t^L)^{-1} L_t)$  debe ser inferior o igual a los valores esperados de la garantía, donde  $h_{E,t}$  es el *stock* de vivienda del empresario y  $P_{h,t+1}$  su precio relacionado. Gerali *et al.* (2010), indican que esta restricción de endeudamiento expresa el valor esperado de su *stock* de vivienda colateralizable en el periodo inicial “ $t$ ” mismo que debe ser suficiente para garantizar a los prestamistas la devolución de la deuda. En el mismo sentido, Gambacorta y Signoretti (2013) precisan

<sup>7</sup> La agregación del consumo en la función de utilidad de los empresarios indexados es:

$$C_{E,t} = \left( \int_0^1 C_{E,t}(j) \frac{e^{\frac{C_{E,t}}{j}}}{e^{C_{E,t}}} dj \right)^{\frac{e^{C_{E,t}}}{e^{C_{E,t}}}}$$

y  $\varepsilon^{C_E}$  es la elasticidad de sustitución del set de la canasta de consumo de los empresarios.

que el LTV es una variable que expresa la relación entre el importe de los préstamos emitidos y el valor descontado del próximo período de los activos de los empresarios.

Las condiciones de primer orden de los empresarios para el consumo, vivienda y demanda laboral son:

$$C_{E,t}^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) = \beta_E i_t^L E_t C_{E,t+1}^{-1} \tag{4}$$

$$h_{E,t} = \frac{C_{E,t}^{-1} \alpha Y_t}{\beta_E E_t C_{E,t+1}^{-1} P_{h,t+1}} \tag{5}$$

$$(1 - \alpha) \left( Y_t / N_t \right) = W_t \tag{6}$$

**Bancos**

Por su parte, el banco representativo resuelve el siguiente problema<sup>8</sup>:

$$\max_{C_{B,t}, D_t, L_t} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta_B^t ( \log C_{B,t} ) \right\}$$

sujeto a:

$$C_{B,t} + i_{t-1}^D D_{t-1} + L_t = D_t + i_t^L L_{t-1} - \varepsilon_{B,t}$$

donde  $\beta_B \in (0, 1)$  es la tasa subjetiva de descuento de los bancos,  $C_{B,t}$  es el consumo privado del banco representativo. Iacoviello (2015) indica que esta formulación del banco representativo es equivalente a la maximización de una función convexa de dividendos (descontados a la tasa,  $\beta_B$ ), además que  $C_{B,t}$  puede reinterpretarse como el ingreso residual después del pago de interés de los depósitos y cuando los créditos hayan sido desembolsados. El término  $\varepsilon_{B,t} \in \varepsilon_{B,t}$  es el choque de redistribución que transfiere recursos del banco al hogar.

Iacoviello (2015) asume que el capital bancario al principio del periodo está determinado por  $K_{B,t} = L_t - D_t - E_t \in \varepsilon_{B,t+1}$ , esta relación se da antes de que se produzcan las pérdidas de los préstamos causadas por los choques de redistribución.

<sup>8</sup> La agregación del consumo en la función de utilidad de los bancos indexados es:

$C_{B,t} = \left( \int_0^1 C_{B,t}(j)^{\frac{\varepsilon_B - 1}{\varepsilon_B}} dj \right)^{\frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_B - 1}}$  y  $\varepsilon_B$  es la elasticidad de sustitución del set de la canasta de consumo de los bancos.

Esta restricción de adecuación del capital puede reinterpretarse como una restricción de préstamo estándar, periodos posteriores al inicial, es decir:

$$D_t = \gamma^E (L_t - E_t \in_{B,t+1})$$

donde  $\gamma^E$  es la relación entre pasivos y activos del banco. El lado izquierdo de la anterior ecuación denota los pasivos de los bancos ( $D_t$ ), mientras que el lado derecho representa los activos bancarios que se pueden utilizar como colateral una vez se tome en cuenta las pérdidas esperadas. Las condiciones de primer orden de los bancos respecto de los depósitos y créditos son:

$$C_{B,t}^{-1} = \beta_B E_t C_{B,t+1}^{-1} \left( i_t^D - \frac{1}{\gamma^E} \right) \tag{7}$$

$$C_{B,t}^{-1} = \beta_B E_t C_{B,t+1}^{-1} (i_{t+1}^L - 1) \tag{8}$$

Ambas ecuaciones de Euler tienen diferentes pagos de retorno en el equilibrio, debido a que  $i_t^D$  en estado estacionario se determina en el problema de maximización de los hogares e  $i_t^L$  en el problema de maximización de los empresarios. Por su parte, a valores inferiores de  $\gamma^E$ , menor será el valor de la liquidez para los préstamos, lo que significa que se pagaría una rentabilidad mayor al costo de los depósitos.

### Condiciones de vaciado del mercado

El producto en el modelo será la suma del consumo de los hogares, empresarios y bancos.

$$Y_t = C_{H,t} + C_{E,t} + C_{B,t} \tag{9}$$

### Definición de equilibrio competitivo

Todas las ecuaciones (log-lineales) en el equilibrio competitivo walrasiano se definen en el siguiente sistema de ecuaciones<sup>9</sup>:

$$\{\widehat{C}_{H,t}, \widehat{N}_t, \widehat{W}_t, \widehat{h}_{H,t}, \widehat{I}_{H,t}, \widehat{I}_t^D, \widehat{P}_{h,t}, \widehat{D}_t, \widehat{Y}_t, \widehat{C}_{E,t}, \widehat{h}_{E,t}, \widehat{LTV}_t, \widehat{A}_t, \widehat{I}_t^L, \widehat{L}_t, \widehat{C}_{B,t}, \epsilon_{B,t}\}_t^\infty$$

<sup>9</sup> La obtención de las condiciones de primer orden y la log-linealización de las ecuaciones se encuentran en el Apéndice C.

Los procesos estocásticos son *i.i.d.*  $N(0, \vartheta^2)$  :

$$\left\{ \widehat{\varepsilon}_{A,t}, \widehat{\varepsilon}_{LTV,t}, \widehat{\varepsilon}_{N,t}, \widehat{\varepsilon}_{H,t}, \widehat{\varepsilon}_{E,t}, \widehat{\varepsilon}_{B,t} \right\}_t^\infty$$

Ecuaciones

$$\eta \widehat{N}_t + \widehat{C}_{H,t} + \widehat{\varepsilon}_{N,t} = \widehat{W}_t \quad (1)$$

$$\widehat{C}_{H,t} = E_t \widehat{C}_{H,t+1} - \widehat{i}_t^D - \left( \widehat{\varepsilon}_{H,t+1} - \widehat{\varepsilon}_{H,t} \right) \quad (2)$$

$$\widehat{h}_{H,t} = \widehat{C}_{H,t} - \frac{\beta_H}{(1-\beta_H)} \widehat{i}_t^D + \frac{1}{(1-\beta_H)} \left( \beta_H \widehat{P}_{h,t+1} - \widehat{P}_{h,t} \right) \quad (3)$$

$$C_{H,t} + D_t + P_{h,t} I_{H,t} = W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1} + \varepsilon_{B,t} \quad (4)$$

$$\widehat{h}_{H,t} = \widehat{h}_{H,t-1} + \widehat{I}_{H,t} \quad (5)$$

$$\widehat{W}_t = \widehat{Y}_t - \widehat{N}_t \quad (6)$$

$$\widehat{C}_{E,t} = E_t \widehat{C}_{E,t+1} - \widehat{i}_t^L - \frac{1}{2} \left( \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} - \widehat{P}_{h,t} \right) + \widehat{\varepsilon}_{E,t} \quad (7)$$

$$\widehat{h}_{E,t} = \widehat{Y}_t + \widehat{i}_t^L + \frac{1}{2} \widehat{LTV}_t - \frac{1}{2} \left( E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{P}_{h,t} \right) \quad (8)$$

$$C_{H,t} + P_{h,t} I_{E,t} + (i_t^L)^{-1} L_{t+1} + W_t N_t = Y_t + L_t \quad (9)$$

$$\widehat{h}_{E,t} = \widehat{h}_{E,t-1} + \widehat{I}_{E,t} \quad (10)$$

$$\widehat{Y}_t = \widehat{A}_t + \alpha \widehat{h}_{E,t} + (1-\alpha) \widehat{N}_t \quad (11)$$

$$\widehat{L}_{t+1} - \widehat{i}_t^L = \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{h}_{E,t} \quad (12)$$

$$\widehat{C}_{B,t} = \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) E_t \widehat{C}_{B,t+1} - \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) + 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} \quad (13)$$

$$\widehat{C}_{B,t} = \left( \frac{2-\beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \left( E_t \widehat{C}_{B,t+1} - 1 \right) - 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} \quad (14)$$

$$C_{B,t} + i_{t-1}^D D_{t-1} + L_t = D_t + i_t^L L_{t-1} - \varepsilon_{B,t} \quad (15)$$

$$\varepsilon_{B,t} = L_{t-1} - \frac{D_{t-1}}{\gamma^E} \quad (16)$$

$$Y_t = C_{H,t} + C_{E,t} + C_{B,t} \quad (17)$$

$$\widehat{A}_t = \rho_A \widehat{A}_{t-1} + \widehat{\varepsilon}_{A,t} \quad (18)$$

$$\widehat{LTV}_t = \rho_{LTV} \widehat{LTV}_{t-1} + \widehat{\varepsilon}_{LTV,t} \quad (19)$$

## Estimación

Para la estimación de los parámetros del modelo log-lineal se empleó métodos bayesianos, la muestra comprende desde 1998 a 2021 en frecuencia trimestral. Las variables observables en el modelo son:  $[\hat{Y}_t, \hat{C}_t, \hat{L}_t, \hat{D}_t, \hat{i}_t^L, \hat{i}_t^D]$ . En el Apéndice D se encuentra el detalle de las estimaciones de los parámetros. Los resultados muestran consistencia con la literatura consultada.

CUADRO 1  
DISTRIBUCION PRIOR Y POSTERIOR

Parámetro	Prior	Post	10%	90%	Distribución	S.D.
	Mean	Mean				
$\beta_H$	0,98	0,9794	0,9762	0,9829	norm	0,002
$\beta_E$	0,94	0,9397	0,9364	0,9432	norm	0,002
$\beta_B$	0,945	0,9451	0,9419	0,9485	beta	0,002
$\alpha$	0,5	0,5990	0,5732	0,6253	beta	0,02
$\rho_A$	0,5	0,9452	0,9356	0,9529	beta	0,1
$\rho_{LTV}$	0,5	0,5739	0,5106	0,6409	beta	0,1
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{LTV,t}$	0,01	0,0398	0,034	0,0455	beta	Inf
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{A,t}$	0,01	0,0475	0,0389	0,0561	beta	Inf
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{H,t}$	0,01	0,9435	0,8304	1,0473	invg	Inf
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{E,t}$	0,01	0,0612	0,0532	0,0682	invg	Inf
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{B,t}$	0,01	0,9237	0,8225	1,0363	invg	Inf
St.dev. $\hat{\varepsilon}_{N,t}$	0,01	0,6221	0,5368	0,6990	invg	Inf

Fuente: Elaboración propia

Nota: El valor prior de las tasas subjetivas de descuento corresponde a los valores calibrados de Valdivia (2008), Iacovello (2015) y Jemio (2020). El valor prior de  $\alpha$  es de Benchimol (2015) y los parámetros de persistencia de los procesos AR(1) fueron extraídos de Smets y Wouters (2007) pero su desviación estándar es de Benchimol (2015). Finalmente, las desviaciones estándar y la función de distribución son de Juillard *et al.* (2006) y Valdivia (2017). Se empleó Dynare 5.3.

Por su parte, los valores de algunos parámetros fueron calibrados a base de investigaciones previas o extraídos de la información del sistema financiero (Cuadro 2).

## CUADRO 2

## CALIBRACION

Parámetro	Fuente	Valor
$\eta$ $\gamma^E$	Costa Junior (2016) Relación pasivo/activo información de ASFI	1,5 0,9299

## V. RESULTADOS

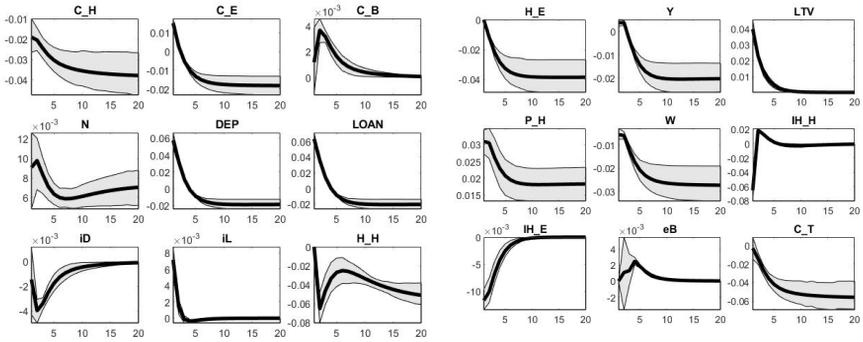
Choques en el apalancamiento, desvió estándar del 0,0398 ( $\hat{\varepsilon}_{LTV,t}$ , Cuadro 1), determinan que el empresario representativo opte por contratar mano de obra adicional ( $N_t$ ) para incrementar el nivel de producción ( $Y_t$ ) en aproximadamente 0,0036pp<sup>10</sup>. Esto a su vez genera un incremento del consumo empresarial ( $C_{E,t}$ ). Este último efecto persiste hasta el vigésimo periodo en las FIR, debido a que no se visualiza la convergencia al estado estacionario; la explicación radica a que este tipo de consumo en cuentas nacionales podría ser interpretado como consumo intermedio, lo que significa que un aumento del apalancamiento se traduce en una mayor inversión en capital de inversión y de operaciones, por lo que existe un efecto multiplicador en las relaciones intersectoriales de la actividad económica.

Asimismo, a un mayor apalancamiento existen presiones al alza en el precio del activo, (vivienda,  $P_{h,t}$ ), en 0,03pp; sin embargo, el efecto disminuye en el quinto periodo a 0,02pp, persistiendo en los próximos quince periodos. Este descubrimiento se explica por la teoría planteada por Geanakoplos (2010), esta indica que la utilización de deuda para financiar inversiones (LTV) puede crear un ciclo en el que los precios de los activos se elevan, lo que lleva a más apalancamiento y a un aumento de precios. En este contexto, los resultados del modelo indican que los hogares invierten en bienes inmuebles ( $I_{H,t}$ ), generando acumulación de *stock* de vivienda ( $h_{H,t}$ ) y sacrificando el consumo presente ( $C_{H,t}$ ); este último efecto genera que el empresario se deshaga del *stock* de vivienda ( $h_{E,t}$ ) ante el incremento de la demanda.

<sup>10</sup> El resultado positivo también se muestra en las investigaciones de Brzoza-Brzezina y Makarski (2009), Gerali *et al.* (2010) y Sánchez (2016).

GRAFICO 5

CHOQUES EN EL LOAN TO VALUE ( $\hat{\varepsilon}_{LTV,t}$ )



Fuente: Elaboración propia.

Mientras que la mayor adquisición de deuda (créditos,  $L_t$ ) de los empresarios genera un exceso de demanda en el mercado crediticio (exceso de liquidez), lo que lleva a los bancos a incrementar la tasa de interés activa ( $i_t^L$ ) y disminuir la pasiva ( $i_t^D$ ) generando un ingreso residual ( $C_{B,t}$ ).

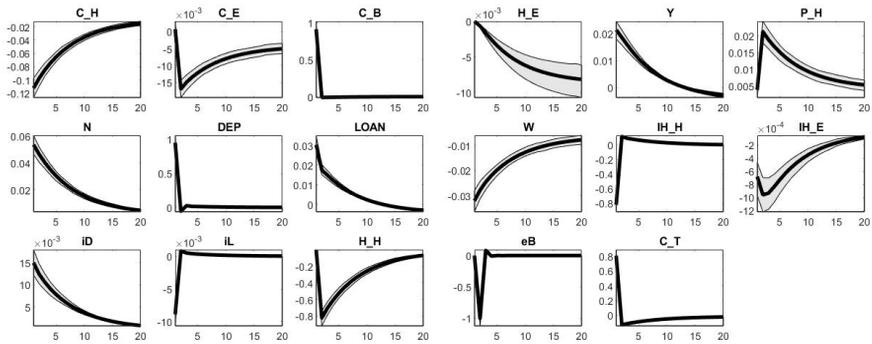
El mecanismo de transmisión se describe como:

$$\begin{aligned} \uparrow St. dev \hat{\varepsilon}_{LTV,t}: LTV_t &\rightarrow \uparrow C_{E,t} \rightarrow \uparrow N_t \rightarrow \uparrow Y_t \rightarrow \uparrow P_{h,t} \rightarrow, \\ &\uparrow I_{H,t} \rightarrow \uparrow h_{H,t} \rightarrow \downarrow C_{H,t} \rightarrow \downarrow h_{E,t}, \\ &\uparrow L_t \rightarrow \uparrow i_t^L \rightarrow \downarrow i_t^D \rightarrow \uparrow C_{B,t} \end{aligned}$$

Además, los choques de preferencia en el consumo de los bancos ( $\hat{\varepsilon}_{B,t}$ ) afectan positivamente al producto en 0,022pp. El resultado se debe a un acrecentamiento en el nivel de créditos ( $L_t$ ) y depósitos ( $D_t$ ), lo que deriva en un crecimiento del margen financiero y en la acumulación de capital bancario. Además, se observa un efecto dinámico en el mercado laboral ( $N_t$ ) en respuesta a este tipo de choque, por tanto los resultados positivos en la hoja de balance del banco representativo incentivan la producción del sector real. Este resultado es corroborado por la medición del PIB por actividad económica en la que el sector de servicios financieros incide positivamente al producto<sup>11</sup>, la producción imputada (margen financiero) es la que direcciona el comportamiento de la actividad de servicios financieros.

<sup>11</sup> La producción de servicios financieros es medida por tres tipos de producciones: imputada, principal y secundaria. En el primer caso, se constituye por los servicios de intermediación financiera que consiste

## GRAFICO 6

CHOQUES DE PREFERENCIA EN EL CONSUMO DE BANCOS ( $\hat{\varepsilon}_{B,t}$ )

Fuente: Elaboración propia

## VI. CONCLUSIONES

La relevancia del sector financiero en la economía es consecuencia de la canalización de recursos hacia las empresas. Esta premisa se debe, en esencia, a la movilización de capital entre los agentes que ahorran (depósitos) y los prestatarios (créditos). En ese sentido, la oferta de créditos dirigida a las empresas tiene una relación directa con el LTV de una empresa, ya que los bancos emplean el apalancamiento para determinar el riesgo al que están dispuestos a asumir en un préstamo; si el LTV es elevado, el banco puede incurrir en un riesgo excesivo; por el contrario, si es bajo el riesgo es mínimo.

De acuerdo con Geanakoplos (2010), el apalancamiento es la utilización de deuda para financiar inversiones, esta variable puede crear un ciclo en el que los precios de los activos se elevan, lo que produce un crecimiento del apalancamiento y de los precios. Sin embargo, este ciclo del LTV no es sostenible, y eventualmente se produce una corrección en el mercado en la que los precios disminuyen, lo que lleva a problemas de solvencia para aquellos que se apalancaron demasiado; desencadenando una crisis financiera en la economía.

---

en captar y canalizar recursos financieros (captaciones y colocaciones) y es igual al ingreso de la propiedad recibido por las instituciones financieras menos los intereses pagados. En el segundo, son los ingresos que percibe en su participación por cuenta de terceros en facilitar, simplificar y dinamizar las transacciones que realizan los diferentes agentes en la administración y flujos de los medios de pago (lo que se denominaría ingresos por comisiones). Y finalmente la secundaria se constituye por el margen de comercialización, alquiler de inmuebles, utilidad generada por compra y venta de inmuebles, los ingresos por servicios de portes, comunicación, asesoramiento técnico y legal.

A partir de la estimación de comovimientos se evidenció una relación procíclica entre el ciclo económico y financiero, caracterizado el primero como una variable adelantada a las condiciones financieras en cuatro trimestres. Asimismo, en el análisis estadístico no lineal a base de las estimaciones de cuantilogramas cruzados, se evidencia prociclicidad entre el ciclo económico y financiero con un valor de 0,70, en el décimo cuantil. Estos hallazgos persisten hasta el quincuagésimo cuantil, en el que el sector real es un indicador adelantado en cinco trimestres. En cambio, a partir del sexagésimo cuantil, el ciclo económico se convierte en una variable adelantada en cuatro trimestres. En definitiva, en el análisis de los hechos estilizados de ambas variables, persiste la relación positiva, lo que demuestra la importancia de las condiciones del sector real frente a la estabilidad financiera, similares descubrimientos fueron presentados por Quelca (2006).

En consecuencia, la construcción de un modelo de equilibrio general con fricciones financieras y restricciones de colateral pueden cuantificar los efectos del LTV en el sector real de la economía. A pesar de la simplicidad del modelo los resultados muestran que la intermediación de los bancos es una variable importante para financiar proyectos de inversión de los agentes, reflejado en un mayor apalancamiento, lo que lleva consigo una incremento en la demanda de crédito, generando expansiones al ciclo financiero, lo que a su vez estimula la actividad real de la economía.

En los resultados obtenidos, se observa que impactos positivos en el valor del préstamo sobre el valor del bien inmueble (LTV) generan un efecto dinamizador en la economía ( $Y_t$ ), en 0,0036pp. Este efecto se debe tanto a la acumulación de bienes inmuebles por parte de los hogares ( $h_{H,t}$ ) como a la reinversión de los empresarios ( $C_{E,t}$ ), lo que provoca un incremento del *spread* financiero y, por consiguiente, un margen financiero positivo ( $C_{B,t}$ ). En *stricto sensu*, los choques positivos en el LTV afectan favorablemente las variables macroeconómicas reales; no obstante, es importante tener en cuenta que las FIR son simétricas, lo que significa que frente a choques negativos en el LTV, la economía podría experimentar una contracción a nivel sistémico persistente. Como señaló Geanakoplos (2010), el apalancamiento es una herramienta de doble filo y su uso excesivo puede generar inestabilidad en los mercados y en la economía en general.

Finalmente, los choques en la preferencia del consumo de los bancos (margen financiero), muestran efectos dinamizadores en el producto ( $Y_t$ ), en 0,022pp y en el mercado laboral ( $N_t$ ); a consecuencia de un ciclo financiero positivo, reflejado en un incremento de cartera de créditos ( $L_t$ ) y depósitos ( $D_t$ ), acompañado de una acumulación de capital bancario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUTORIDAD DE SUPERVISION DEL SISTEMA FINANCIERO (2013). "Historia de la regulación y supervisión Financiera en Bolivia, Tomo II". (ASFI), <[https://www.asfi.gob.bo/images/ASFI/DOCS/LIBROS/Libro\\_Historia\\_Tomo\\_II.pdf](https://www.asfi.gob.bo/images/ASFI/DOCS/LIBROS/Libro_Historia_Tomo_II.pdf)>.
- AGENOR P. (2004). "The Economics of Adjustment and Growth". Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ARGANDOÑA A., C. GAMEZ y F. MOCHON (1997). "Macroeconomía Avanzada II: Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico". McGrawHill. Madrid. España.
- BERNANKE B., GERTLER M. and GILCHRIST S. (1999). "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework". In J.B. Taylor and M. Woodford (Eds.), *Handbook of Macroeconomics. Volume 1 of Handbook of Macroeconomics*, North Holland pp. 1341–1393.
- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2008). "Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision". Bank for International Settlements, <<https://www.bis.org/publ/bcb144.pdf>>.
- BENCHIMOL J. (2015). "Money in the production function: a New Keynesian DSGE perspective". *Southern Economic Journal*. Vol. 82(1), pages 152-184, <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2391420](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2391420)>.
- BRZOZA-BRZEZINA M. and K. MAKARSKI (2011). "Credit crunch in a small open economy". *Journal of International Money and Finance*. Vol. 30. Issue 7. Pages 1406-1428, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026156061100115X>>.
- CALVO G. (1983). "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework". *Journal of Monetary Economics*. Vol. 12, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393283900600>>.
- CAMPBELL. J. and J. COCHRANE (1999). "By force of habit: A consumption-based explanation of aggregate stock market behavior". *Journal of Political Economy*, <<https://doi.org/10.1086/250059>>.
- CAZONERI M., HENDERSON D. and K. ROGOFF (1983). "The Information Content of the Interest Rate and Optimal Monetary Policy". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 98. Nro. 4, <<https://academic.oup.com/qje/article-abstract/98/4/545/1913451?redirectedFrom=fulltext>>.
- COSTA JUNIOR CELSO JOSE (2016). "Understanding DSGE". United States: Vernon Press.
- DIAZ O. e I. GARRÓN (2016). "Un modelo de equilibrio general estocástico dinámico para analizar el efecto de la política monetaria sobre el sistema financiero boliviano". *Banco Central de Bolivia. Revista de Análisis*. Vol. 24. pp. 147-192, <[https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/revista\\_analisis/ra\\_vol24/articulo\\_4\\_v24.pdf](https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/revista_analisis/ra_vol24/articulo_4_v24.pdf)>.
- DELECHAT C., HENAO C., MUTHOORA P. and S. VTYURINA (2012). "The Determinants of Banks' Liquidity Buffers in Central America". *IMF Occasional Paper 230*. Washington: International Monetary Fund, <<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp12301.pdf>>.
- DIXIT A. and J. STIGLITZ. (1975). "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity". *The Warwick Economics Research Paper Series*. University of Warwick. Department of Economics, <[https://warwick.ac.uk/fac/soc/economics/research/workingpapers/1968-1977/twerp\\_64.pdf](https://warwick.ac.uk/fac/soc/economics/research/workingpapers/1968-1977/twerp_64.pdf)>.
- FERNANDEZ-VILLAVERDE. J. and J. RUBIO-RAMIREZ (2004). "Comparing Dynamic Equilibrium Models to Data: a Bayesian Approach." *Journal of Econometrics*. 123. 153-187, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407603002860>>.
- FENDOGLU S. (2017). "Credit cycles and capital flows: Effectiveness of the macroprudential policy framework in emerging market economies". *Journal of Banking and Finance*. Volume 79, June 2017, Pages 110-128, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037842661730064X>>.
- GACETA OFICIAL DE BOLIVIA (2013). Ley de servicios financieros, de 21 de agosto, <<http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo>>.
- GAUTAM R. (2016). "The Determinants of Banks Liquidity: Empirical Evidence on Nepalese Commercial Banks". *Journal of Interdisciplinary Studies*. Vol. 2, No.2, <<https://bhlss.files.wordpress.com/2017/02/2-determinants-of-banks-liquidity-empirical-evidence-on-nepalese-commercial.pdf>>.
- GAMBACORTA L. and F. SIGMORETTI (2014). "Should monetary policy lean against the wind? An analysis based on a DSGE model with banking". *Journal of Economic Dynamics and Control*. Volume 43, June 2014, Pages 146-174, < Volume 43, June 2014, Pages 146-174>.

- GERTLER M. and P. KARADI (2011). "A model of unconventional monetary policy". *Journal of Monetary Economics* 58(1). Volume 58, Issue 1, January 2011, Pages 17-34, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393210001261>>.
- GERALI A., NERI S., SESSA L. and F. SIGNORETTI (2010). "Credit and Banking in a DSGE Model". *Journal of Money, Credit and Banking, Blackwell Publishing*, vol. 42(s1), pages 107-141, September, < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-4616.2010.00331.x>>.
- GEANAKOPOLOS, J. (2010). "The leverage cycle". Yale University Press, < <http://dido.econ.yale.edu/~gean/art/p1304.pdf>>.
- HAN H., LINTON O., OKA T., and Y. WHANG (2016). "The cross-quantilogram: Measuring quantile dependence and testing directional predictability between time series" *Journal of Econometrics*. Volume 193, Issue 1. Pages 251-270, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407616300458>>.
- HARDING D. and PAGAN A. (2002). "Dissecting the cycle: a methodological investigation" *Journal of Monetary Economics*. 49 (2). pp. 365 – 381, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304393201001088>>.
- HUMEREZ J. Y E. YAÑEZ (2011). "Desarrollo del sistema financiero y crecimiento económico Una aproximación a partir del caso boliviano: 2000-2009". *Revista de Análisis. Enero - Junio 2011*. Volumen N° 14. pp. 41-77, < [https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/revista\\_analisis/ra\\_vol14/articulo\\_2\\_v14.pdf](https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/revista_analisis/ra_vol14/articulo_2_v14.pdf)>.
- IACOVIELLO M. (2005). "Houses Prices, Borrowing Constrains, and Monetary Policy in the Business Cycle" *American Economic Review*. 95 – 3, < <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/0002828054201477>>.
- IACOVIELLO M. (2015). "Financial business cycles" *Review of Economic Dynamics*. Volume 18, Issue 1, January 2015, Pages 140-163, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1094202514000520>>.
- JEMIO LUIS (2006). "Volatilidad Externa y el Sistema Financiero en Bolivia". Informe de Consultoría elaborado para la Corporación Andina de Fomento, < [http://iidee.net/archivos/LC%20JEMIO/ID066%20documento\\_sector\\_financiero.pdf](http://iidee.net/archivos/LC%20JEMIO/ID066%20documento_sector_financiero.pdf)>.
- JEMIO VALERIA (2020). "Monetary rules in an open economy with distortionary subsidies and inefficient shocks: A DSGE approach for Bolivia". *Munich Personal RePEc Archive*, < <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/102374/>>.
- JUILLARD M., KARAM P., LAXTON D. y P PESENTI. (2006). "Welfare-Based Monetary Policy Rules in an Estimated DSGE Model of the US Economy". *European Central Bank. Working Paper Series* Nro. 613, < <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp613.pdf>>.
- KIYOTAKI N. y MOORE J. (1997). "Credit Cycles". *Journal of Political Economy*. Vol. 105. No. 2. pp. 211-248: The University of Chicago Press, < <https://www-users.york.ac.uk/~psm509/ULB2012/KiyotakiMooreJPE1997.pdf>>.
- LINTON O. and Y. WHANG (2007). "The quantilogram: With an application to evaluating directional predictability". *Journal of Econometrics* Volume 141. Issue 1. Pages 250-282, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407607000152>>.
- PEÑALOZA F. y VALDIVIA D. (2013). "El crédito productivo y su vínculo con la actividad económica y la inversión". *Working - Social Science Research Network*, < [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2346925](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2346925)>.
- PHAM L. (2021). "How Integrated are Regional Green Equity Markets? Evidence from a Cross-Quantilogram Approach". *Journal of Risk and Financial Management* 14:39, < <https://www.mdpi.com/1911-8074/14/1/39>>.
- QUELCA G. (2006). "Interrelación entre el sistema financiero boliviano y el sector real de la economía. en el marco del entorno macroeconómico (1991 – 2005)". Documento de trabajo - Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero.
- QUAST J. and M. WOLTERS (2022). "Reliable Real-time Output Gap Estimates Based on a Modified Hamilton Filter". *Journal of Business & Economic Statistics*. Volume 40. 2022 - Issue 1, < [https://www.asfi.gob.bo/images/INT\\_FINANCIERA/DOCS/Publicaciones/Estudios/Estudiogqs\\_interFinan\\_Bolivia.pdf](https://www.asfi.gob.bo/images/INT_FINANCIERA/DOCS/Publicaciones/Estudios/Estudiogqs_interFinan_Bolivia.pdf)>.
- SANCHEZ E. (2016). "Mortgage credit: Lending and borrowing constraints in a DSGE framework". *Graduate Institute of International and Development Studies Working Paper*. No. HEIDWP15-2016.

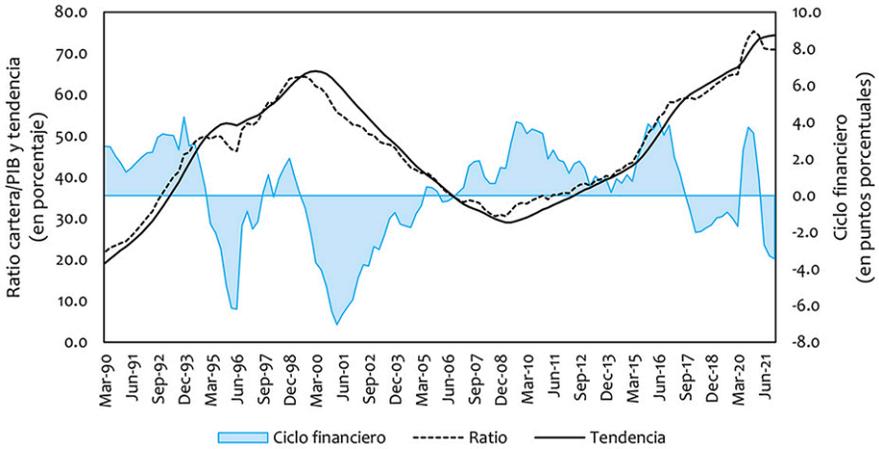
- Graduate Institute of International and Development Studies. Geneva, < [https://bccprogramme.org/wp-content/uploads/2021/04/sanchez\\_heidwp15-2016\\_2.pdf](https://bccprogramme.org/wp-content/uploads/2021/04/sanchez_heidwp15-2016_2.pdf)>.
- SMETS F. and WOUTERS. R. (2007). "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach." *NBB Working Paper Series* Nro. 722, < <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp722.pdf>>.
- SCHINASI. G. (2004). "Defining financial stability". *International Monetary Fund Working Paper* No. 04/187, < <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04187.pdf>>.
- VALDIVIA D. (2008). "¿Es importante la fijación de precios para entender la dinámica de la inflación en Bolivia?" *INESAD. WP Nro 02/2008*, < <https://www.inesad.edu.bo/2008/02/20/es-importante-la-fijacion-de-precios-para-entender-la-dinamica-de-la-inflacion-en-bolivia/>>.
- VALDIVIA D. y MONTENEGRO M. (2009). "Reglas Fiscales en Bolivia en el contexto de un Modelo de Equilibrio Dinámico General Estocástico". *Social Science Reasearch Network*, < <https://www.inesad.edu.bo/bcde2009/C3%20Valdivia%20Montenegro.pdf>>.
- VALDIVIA D. y PEREZ D. (2013). "Dynamic Economic and coordination of fiscal – monetary policies in Latin America: evaluation through a DSGE model". 11th Dynare Conference - National Bank of Belgium, < [https://archives.dynare.org/DynareConference2015/papers/Valdivia\\_Perez.pdf](https://archives.dynare.org/DynareConference2015/papers/Valdivia_Perez.pdf)>.
- VALDIVIA J. (2017). "Evaluando la interacción de la Política Monetaria y Fiscal (Teoría Fiscal del Nivel de Precios) a través de un DSGE-VAR". *XXII Encuentro de la Red de Investigadores de Banca Central de las Américas (CEMLA)*, < <https://www.cemla.org/red/papers2017/cbrn-22-2.pdf>>.
- VALDIVIA J. (2017). "Impact Of NFPS Capital Expenditure On Economic Growth In Bolivia In Years 2006-2016". *Volúmenes de los Cuadernos de Investigación Económica Boliviana*, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas 2017-3, < [https://medios.economiafinanzas.gob.bo/MH/documentos/CIEB/ii\\_Articulos/Volumen\\_2/Numero\\_1/Ingles/CIEB\\_2017\\_Ing\\_Paper\\_3.pdf](https://medios.economiafinanzas.gob.bo/MH/documentos/CIEB/ii_Articulos/Volumen_2/Numero_1/Ingles/CIEB_2017_Ing_Paper_3.pdf)>.
- VALDIVIA J. (2016). "Acelerador Financiero. Impacto del Precio del Gas". *Munich Personal RePEc Archive*, < [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/78835/9/MPRA\\_paper\\_78835.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/78835/9/MPRA_paper_78835.pdf)>.
- VALDIVIA J. (2019). "Colocación de cartera y crecimiento sectorial" Banco Central de Bolivia. *Documento de trabajo* N° 03/2019, < <https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/2021/05/35/36%20-%20Colocaci%C3%B3n%20de%20cartera%20y%20crecimiento%20sectorial.pdf>>.
- VALDIVIA J. and VALDIVIA D. (2019). "Microfoundations of a monetary policy. Poole's rule". *Journal of Economics Bibliography*, <Vol. 6, NRo. 3, < <http://www.ksjournals.org/index.php/JEB/article/view/1923/1976>>.
- WOODFORD M. (2003). "Interest & Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy". Princeton: Princeton University Press.
- WENLANG ZHANG (2008). "China's monetary policy: Quantity versus price rules". *Journal of Macroeconomics* – ELSEVIER, Volume 31, Issue 3, September 2009, Pages 473-484, < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0164070408000578>>.

**APENDICES**

APENDICE A

GRAFICO A.1

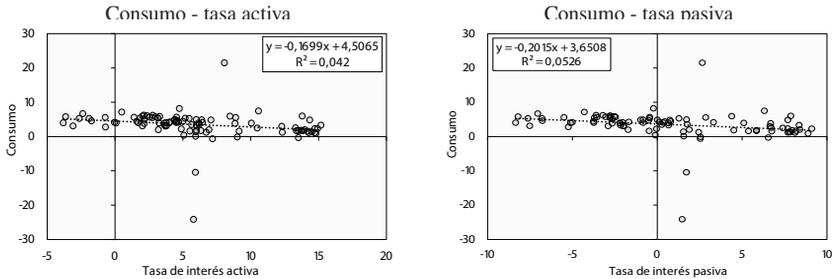
CICLO FINANCIERO  
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración propia basado en datos del Banco Central de Bolivia.

El indicador fue construido a base de Fendoglu (2017). la brecha del crédito/PIB se obtiene por medio de filtro de Hodrick-Prescott (HP) de una sola cola con un  $\lambda=1600$ . El autor define el valor de este parámetro para el ciclo financiero de mediano plazo para economías emergentes.

## GRAFICO A.2

RELACION TASA DE INTERES REALES. CONSUMO  
(En porcentaje)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las regresiones lineales se estimaron en un intervalo de tiempo desde 1998 a 2021 en frecuencia trimestral.

## CUADRO A.1

HOJA DE BALANCE DEL SISTEMA BANCARIO CON EL SECTOR PRIVADO  
(En millones de Bs. y porcentaje)

	Activo	Pasivo					Crecimiento	
	Financiamiento al sector privado	Medio circulante	Caja de ahorros	Depósitos a plazo fijo	Otras obligaciones	Obligaciones con el sector privado	Activo	Pasivo
2010	39.270	37.438	17.246	18.188	970	73.842		
2011	48.019	43.017	21.507	21.223	1.271	87.018	22,3	17,8
2012	56.356	51.159	25.091	25.706	1.754	103.710	17,4	19,2
2013	68.547	58.148	30.886	30.394	2.681	122.109	21,6	17,7
2014	90.669	65.923	40.002	43.432	3.335	152.692	32,3	25,0
2015	107.912	70.680	51.702	51.376	4.536	178.294	19,0	16,8
2016	125.417	70.355	47.478	59.897	5.629	183.359	16,2	2,8
2017	141.703	73.840	51.690	70.983	5.761	202.274	13,0	10,3
2018	158.734	75.665	55.218	77.377	5.458	213.717	12,0	5,7
2019	170.152	73.285	50.103	84.565	5.447	213.399	7,2	-0,1
2020	176.369	82.368	58.236	90.943	6.589	238.135	3,7	11,6
2021	182.847	87.194	62.049	96.974	6.369	252.585	3,7	6,1

Fuente: Banco Central de Bolivia

APENDICE B

De acuerdo con la metodología propuesta de Han *et al.* (2016) un cuantilograma cruzado se define como:

$$\rho_{\tau, (k)} = \frac{E[\psi_{\tau_1}(g_{1,t} - q_{1,t}(\tau_1))\psi_{\tau_2}(g_{2,t-k} - q_{2,t-k}(\tau_2))]}{\sqrt{E[\psi_{\tau_1}^2(g_{1,t} - q_{1,t}(\tau_1))]} \sqrt{E[\psi_{\tau_2}^2(g_{2,t-k} - q_{2,t-k}(\tau_2))]}}$$

donde  $g_{it}$  es el valor de las variables involucradas y  $q_{i,t}$  representa el valor del cuantilograma, es decir, el valor del cuantil (percentil) dividido en función al criterio del investigador sea cuartiles, quintiles, deciles o los mismos percentiles. Para cada  $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , donde  $\psi_a(u) \equiv 1[u < 0] - a$ , el cuantilograma cruzado capta la dependencia serial entre las dos series en diferentes niveles de cuantiles. Han *et al.* (2016) señalan que el cuantilograma está bien definido incluso para procesos infinitos y este es invariante ante cualquier transformación estrictamente monótona aplicada a ambas series, como la transformación logarítmica.

Para la construcción análoga muestral del cuantilograma cruzado basado en las observaciones  $\{x_1, \dots, x_T\}$ , se debe estimar las funciones cuantílicas incondicionales resolviendo los siguientes problemas de minimización, por separado:

$$\hat{q}_1(\alpha_1) = \arg \min_{v_1 \in R} \sum_{t=1}^T \pi_{\tau_1}(g_{1t} - v_1) \quad \text{y} \quad \hat{q}_2(\alpha_2) = \arg \min_{v_2 \in R} \sum_{t=1}^T \pi_{\tau_2}(g_{2t} - v_2)$$

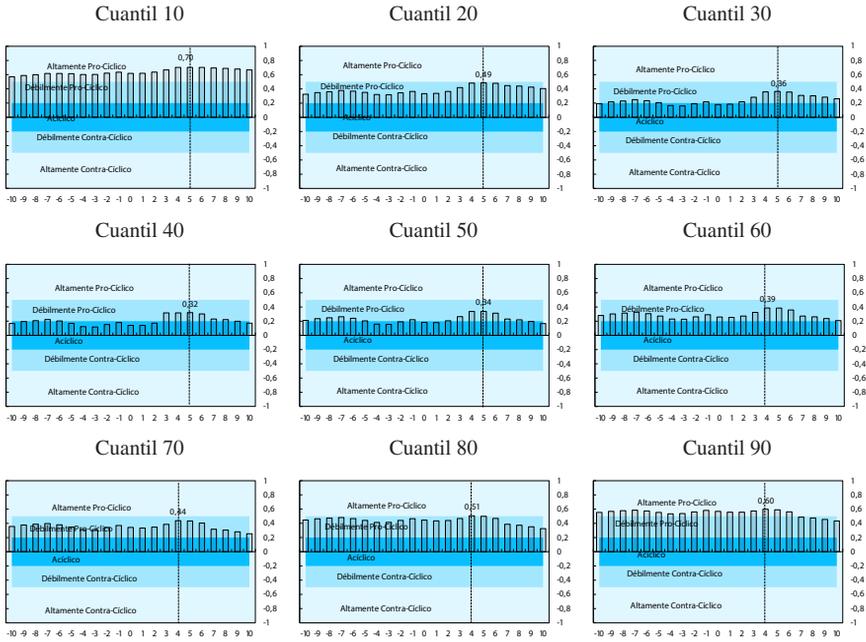
donde  $\pi_a(u) \equiv u(a - 1[u < 0])$ . Entonces el cuantilograma cruzado muestral es definido como:

$$\hat{\rho}_{\tau, (k)} = \frac{\sum_{t=k+1}^T \psi_{\tau_1}(g_{1,t} - \hat{q}_{1,t}(\tau_1))\psi_{\tau_2}(g_{2,t-k} - \hat{q}_{2,t-k}(\tau_2))}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^T \psi_{\tau_1}^2(g_{1,t} - \hat{q}_{1,t}(\tau_1))} \sqrt{\sum_{t=k+1}^T \psi_{\tau_2}^2(g_{2,t-k} - \hat{q}_{2,t-k}(\tau_2))}}$$

para  $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , dado un conjunto de cuantiles, el cuantilograma cruzado considera la dependencia en términos de la dirección de la desviación de los percentiles; por tanto, mide la predictibilidad direccional de una serie a otra a distintos niveles de la distribución.

GRAFICO B.1

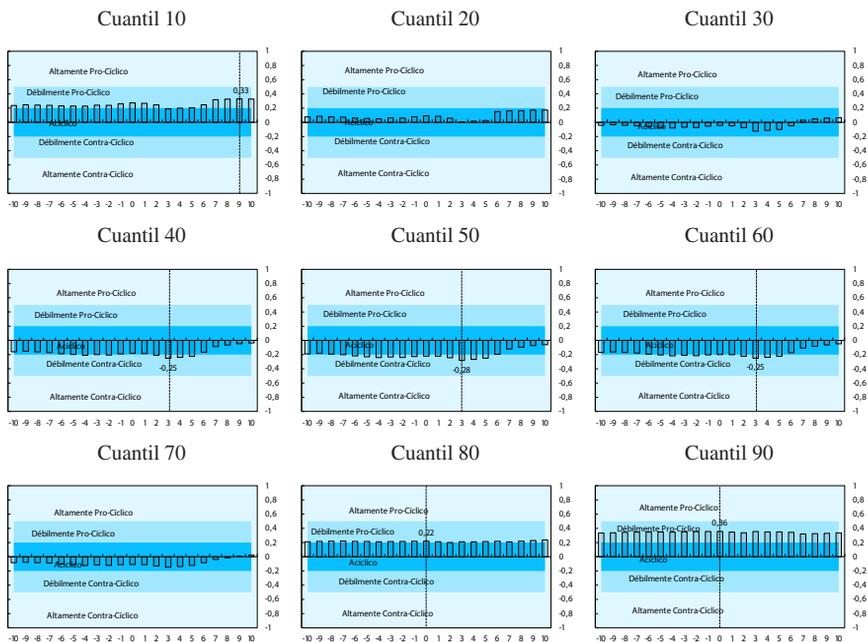
CUANTILOGRAS CRUZADOS CICLO ECONOMICO Y FINANCIERO



Nota: Elaboración propia.  
 Los umbrales se obtuvieron a base de Argandoña *et al.* (1997).

GRAFICO B.2

CUANTILOGRAS CRUZADOS CONSUMO Y TASA DE INTERES ACTIVA



Nota: Elaboración propia.  
 Los umbrales se obtuvieron a base de Argandoña *et al.* (1997).

APENDICE C

DERIVACION DE LAS CONDICIONES DE PRIMER ORDEN Y LOG-LINEALIZACION DE HOGARES, EMPRESARIOS Y BANCOS

Hogares:

$$\max_{C_{H,t}, N_t, D_t, h_{H,t}} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \varepsilon_{H,t} \left[ \log C_{H,t} + \gamma^h \log h_{H,t} - \gamma^N \varepsilon_{N,t} \frac{N_t^{1+\eta} + 1}{1+\eta} \right] \right\}$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} C_{H,t} + D_t + P_{h,t} I_{H,t} &= W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1} \\ h_{H,t} &= h_{H,t-1} + I_{H,t} \end{aligned}$$

reescribiendo ambas restricciones se obtiene:

$$C_{H,t} + D_t + P_{h,t} (h_{H,t} - h_{H,t-1}) = W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1}$$

El problema de maximización del hogar representativo será:

$$\mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \varepsilon_{H,t} \left\{ \begin{aligned} & \left[ \log C_{H,t} + \gamma^h \log h_{H,t} - \gamma^N \varepsilon_{N,t} \frac{N_t^{1+\eta} + 1}{1+\eta} \right] + \\ & \lambda_{H,t} \left[ W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1} - C_{H,t} - D_t - P_{h,t} (h_{H,t} - h_{H,t-1}) \right] \end{aligned} \right\}$$

CPO:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial H_t} & \lambda_{H,t} = \frac{1}{C_{H,t}}; \forall t \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial N_t} & \gamma^N \varepsilon_{N,t} N_t^\eta = \lambda_{H,t} W_t \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial D_t} & \varepsilon_{H,t} \lambda_{H,t} = \beta_H i_t^D E_t \varepsilon_{H,t+1} \lambda_{H,t+1} \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_{H,t}} & \varepsilon_{H,t} \frac{1}{h_{H,t}} - \varepsilon_{H,t} \lambda_{H,t} P_{h,t} + \beta_H \varepsilon_{H,t+1} E_t \lambda_{H,t+1} P_{h,t+1} = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda_{H,t}} & W_t N_t + i_{t-1}^D D_{t-1} = C_{H,t} + D_t + P_{h,t} (h_{H,t} - h_{H,t-1}) \end{aligned}$$

El precio sombra en términos log-lineales.

$$\lambda_{H,t} = \frac{1}{C_{H,t}} \rightarrow \lambda_{H,ss} (1 + \hat{\lambda}_{H,t}) = \frac{1}{C_{H,ss}} (1 - \widehat{C}_{H,t})$$

$$\widehat{\lambda}_{H,t} = -\widehat{C}_{H,t}$$

La oferta laboral de los hogares será:

$$\gamma^N \varepsilon_{N,t} N_t^\eta = \lambda_{H,t} W_t$$

$$\gamma^N \varepsilon_{N,t} N_t^\eta = \frac{W_t}{C_{H,t}}$$

$$\gamma^N \varepsilon_{N,ss} N_{ss}^\eta = \frac{W_{ss}}{C_{H,ss}} \rightarrow \gamma^N N_{ss}^\eta = \frac{W_{ss}}{C_{H,ss}}$$

$$\gamma^N \varepsilon_{N,ss} N_{ss}^\eta (1 + \eta \widehat{N}_t + \widehat{\varepsilon}_{N,t}) = \frac{W_{ss}}{C_{H,ss}} (1 + \widehat{W}_t - \widehat{C}_{H,t})$$

$$\eta \widehat{N}_t + \widehat{C}_{H,t} + \widehat{\varepsilon}_{N,t} = \widehat{W}_t$$

De la ecuación de Euler

$$\varepsilon_{H,t} \lambda_{H,t} = \beta_H i_t^D E_t \varepsilon_{H,t+1} \lambda_{H,t+1}$$

$$\frac{\lambda_{H,t}}{i_t^D} = \frac{\beta_H E_t \varepsilon_{H,t+1} \lambda_{H,t+1}}{\varepsilon_{H,t}}$$

Definiendo el estado estacionario

$$\frac{\lambda_{H,ss}}{i_{ss}^D} = \frac{\beta_H \varepsilon_{H,ss} \lambda_{H,ss}}{\varepsilon_{H,ss}} \rightarrow \frac{1}{i_{ss}^D} = \beta_H$$

$$\varepsilon_{H,t} \lambda_{H,t} = \beta_H i_t^D E_t \varepsilon_{H,t+1} \lambda_{H,t+1}$$

En términos log-lineales se obtiene:

$$\varepsilon_{H,ss} \lambda_{H,ss} (1 + \widehat{\lambda}_{H,t} + \widehat{\varepsilon}_{H,t}) = \beta_H i_{ss}^D \varepsilon_{H,ss} \lambda_{H,ss} (1 + \widehat{i}_t^D + E_t \widehat{\lambda}_{H,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{H,t+1})$$

$$\widehat{\lambda}_{H,t} + \widehat{\varepsilon}_{H,t} = \widehat{i}_t^D + E_t \widehat{\lambda}_{H,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{H,t+1}$$

$$-\widehat{C}_{H,t} + \widehat{\varepsilon}_{H,t} = \widehat{i}_t^D - E_t \widehat{C}_{H,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{H,t+1}$$

$$\widehat{C}_{H,t} = E_t \widehat{C}_{H,t+1} - \widehat{i}_t^D - (\widehat{\varepsilon}_{H,t+1} - \widehat{\varepsilon}_{H,t})$$

La inversión en stock de vivienda será:

$$\varepsilon_{H,t} \frac{1}{h_{H,t}} = \varepsilon_{H,t} \lambda_{H,t} P_{h,t} - \beta_H \varepsilon_{H,t+1} E_t \lambda_{H,t+1} P_{h,t+1}$$

$$\frac{1}{h_{H,t}} = \lambda_{H,t} P_{h,t} - \frac{\beta_H \varepsilon_{H,t+1} E_t \lambda_{H,t+1}}{\varepsilon_{H,t}} P_{h,t+1}$$

De la ecuación de Euler podemos reemplazar la siguiente expresión

$$\frac{\lambda_{H,t}}{i_t^D} = \frac{\beta_H E_t \varepsilon_{H,t+1} \lambda_{H,t+1}}{\varepsilon_{H,t}},$$

$$\frac{1}{h_{H,t}} = \lambda_{H,t} P_{h,t} - \frac{\lambda_{H,t}}{i_t^D} P_{h,t+1}$$

$$\frac{1}{h_{H,t}} = \frac{1}{C_{H,t}} P_{h,t} - \frac{1}{C_{H,t} i_t^D} P_{h,t+1}$$

Definiendo el estado estacionario

$$\frac{1}{h_{H,ss}} = \frac{1}{C_{H,ss}} P_{h,ss} - \frac{1}{C_{H,ss} i_{ss}^D} P_{h,ss}$$

$$\frac{1}{h_{H,ss}} = \frac{1}{C_{H,ss}} - \frac{\beta_H}{C_{H,ss}} \rightarrow \frac{1}{h_{H,ss}} = \frac{1}{C_{H,ss}} (1 - \beta_H)$$

$$\frac{C_{H,ss}}{h_{H,ss}} = 1 - \beta_H$$

Operando sobre la demanda de vivienda se obtiene

$$\frac{1}{h_{H,t}} = \frac{1}{C_{H,t}} P_{h,t} - \frac{1}{C_{H,t} i_t^D} P_{h,t+1}$$

$$\frac{C_{H,t}}{h_{H,t}} = P_{h,t} - \frac{P_{h,t+1}}{i_t^D}$$

La log-linealización es:

$$\frac{C_{H,ss}}{h_{H,ss}} (1 + \widehat{C}_{H,t} - \widehat{h}_{H,t}) = P_{h,ss} (1 + \widehat{P}_{h,t}) - \frac{P_{h,ss}}{i_{ss}^D} (1 + \widehat{P}_{h,t+1} - \widehat{i}_t^D)$$

$$\begin{aligned}
 (1-\beta_H)(1+\widehat{C}_{H,t}-\widehat{h}_{H,t}) &= (1+\widehat{P}_{h,t})-\beta_H(1+\widehat{P}_{h,t+1}-\widehat{i}_t^D) \\
 1+\widehat{C}_{H,t}-\widehat{h}_{H,t}-\beta_H-\beta_H\widehat{C}_{H,t}+\beta_H\widehat{h}_{H,t} &= 1+\widehat{P}_{h,t}-\beta_H-\beta_H\widehat{P}_{h,t+1}+\beta_H\widehat{i}_t^D \\
 \widehat{C}_{H,t}(1-\beta_H)-\widehat{h}_{H,t}(1-\beta_H) &= \widehat{P}_{h,t}-\beta_H\widehat{P}_{h,t+1}+\beta_H\widehat{i}_t^D \\
 \widehat{C}_{H,t}(1-\beta_H)-\widehat{P}_{h,t}+\beta_H\widehat{P}_{h,t+1}-\beta_H\widehat{i}_t^D &= \widehat{h}_{H,t}(1-\beta_H) \\
 \widehat{h}_{H,t} &= \widehat{C}_{H,t}-\frac{\beta_H}{(1-\beta_H)}\widehat{i}_t^D+\frac{1}{(1-\beta_H)}(\beta_H\widehat{P}_{h,t+1}-\widehat{P}_{h,t})
 \end{aligned}$$

### Empresarios:

$$\max_{C_{E,t}, N_t, L_{t+1}, h_{E,t}} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t \varepsilon_{E,t} (\log C_{E,t}) \right\}$$

sujeto a:

$$\begin{aligned}
 C_{H,t} + P_{h,t} I_{E,t} + (i_t^L)^{-1} L_{t-1} + W_t N_t &= Y_t + L_t \\
 h_{E,t} &= h_{E,t-1} + I_{E,t} \\
 Y_t &= A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{1-\alpha} \\
 (i_t^L)^{-1} L_t &= LTV_t E_t (P_{h,t+1} h_{E,t})
 \end{aligned}$$

La restricción de endeudamiento se puede expresar como  $\frac{(i_t^L)^{-1} L_t}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} = h_{E,t}$ .

La variable ( $h_{E,t}$ ) que se reemplaza en la primera restricción de movimiento del *stock* de vivienda:  $\frac{(i_t^L)^{-1} L_t}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} = h_{E,t-1} + I_{E,t} \rightarrow \frac{(i_t^L)^{-1} L_t}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - h_{E,t-1} = I_{E,t}$ . Reescribiendo todas las restricciones en una sola expresión se tiene:

$$C_{H,t} + P_{h,t} \left[ \frac{(i_t^L)^{-1} L_t}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - h_{E,t-1} \right] + (i_t^L)^{-1} L_{t-1} + W_t N_t = A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{1-\alpha} + L_t$$

El problema de maximización del empresario representativo será:

$$\mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t \varepsilon_{E,t} \left\{ \begin{aligned} & (\log C_{E,t}) + \\ & \lambda_{E,t} \left[ A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{1-\alpha} + L_t - C_{H,t} - P_{h,t} \left( \frac{(i_t^L)^{-1} L_t}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - h_{E,t-1} \right) \right. \\ & \quad \left. - (i_t^L)^{-1} L_{t-1} - W_t N_t \right] \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_{E,t}} & \lambda_{E,t} = \frac{1}{C_{E,t}}; \forall t \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial N_t} & (1-\alpha) A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{-\alpha} (N_t/N_t) - W_t = 0 \rightarrow (1-\alpha) (Y_t/N_t) = W_t \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} & \beta_{E,t} \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} - \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \frac{P_{h,t} (i_t^L)^{-1}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} (i_{t+1}^L)^{-1} = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_{E,t}} & \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \alpha A_t h_{E,t}^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} - \beta_{E,t} \varepsilon_{E,t+1} E_t \lambda_{E,t+1} P_{h,t+1} = 0 \\ & A_t h_{E,t}^\alpha N_t^{1-\alpha} + L_t = \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda_{E,t}} & C_{H,t} + P_{h,t} \left( \frac{(i_t^L)^{-1} L_{t+1}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - h_{E,t-1} \right) + (i_t^L)^{-1} L_{t+1} + W_t N_t \end{aligned}$$

El precio sombra en términos log-lineales,

$$\begin{aligned} \lambda_{E,t} = \frac{1}{C_{E,t}} \rightarrow \lambda_{E,ss} (1 + \hat{\lambda}_{E,t}) &= \frac{1}{C_{E,ss}} (1 - \widehat{C}_{E,t}) \\ \hat{\lambda}_{E,t} &= - \widehat{C}_{E,t} \end{aligned}$$

La demanda laboral de los empresarios será:

$$\begin{aligned} (1-\alpha) (Y_t/N_t) &= W_t \\ W_{ss} &= (1-\alpha) \frac{Y_{ss}}{N_{ss}} \\ W_{ss} (1 + \widehat{W}_t) &= (1-\alpha) \frac{Y_{ss}}{N_{ss}} (1 + \widehat{Y}_t - \widehat{N}_t) \\ \widehat{W}_t &= \widehat{Y}_t - \widehat{N}_t \end{aligned}$$

De la ecuación de Euler  $\frac{1}{C_{E,t}}$

$$\begin{aligned} \beta_{E,t} \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} - \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \frac{P_{h,t} (i_t^L)^{-1}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} - \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} (i_{t+1}^L)^{-1} &= 0 \\ \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \left( \beta_{E,t} - \frac{P_{h,t} (i_t^L)^{-1}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) &= \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} (i_{t+1}^L)^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \frac{P_{h,t} (i_t^L)^{-1}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} + \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} &= \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} \\
 \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) &= \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} &= \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \frac{1}{C_{E,t+1}} &= \varepsilon_{E,t} \frac{1}{C_{E,t}} (i_t^L)^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,ss} \frac{1}{C_{E,ss}} &= \varepsilon_{E,ss} \frac{1}{C_{E,ss}} (i_{ss}^L)^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,ss}}{LTV_{ss} P_{h,ss}} \right) \\
 \beta_E &= \frac{1}{i_{ss}^L} (1 + 1) \rightarrow \beta_E = \frac{2}{i_{ss}^L} \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} &= \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} \left( 1 + \frac{P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} &= \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} \left( \frac{LTV_t E_t P_{h,t+1} + P_{h,t}}{LTV_t E_t P_{h,t+1}} \right) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} (LTV_t E_t P_{h,t+1}) &= \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} (i_t^L)^{-1} (LTV_t E_t P_{h,t+1} + P_{h,t}) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \frac{i_t^L}{C_{E,t+1}} (LTV_t E_t P_{h,t+1}) &= \varepsilon_{E,t} \frac{1}{C_{E,t}} (LTV_t E_t P_{h,t+1} + P_{h,t}) \\
 \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \frac{i_t^L}{C_{E,t+1}} LTV_t E_t P_{h,t+1} &= \varepsilon_{E,t} \frac{LTV_t E_t P_{h,t+1}}{C_{E,t}} + \varepsilon_{E,t} \frac{P_{h,t}}{C_{E,t}} \\
 \beta_E \varepsilon_{E,ss} \frac{i_{ss}^L}{C_{E,ss}} LTV_{ss} P_{h,ss} (1 + \widehat{i}_t^L + \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{E,t+1} - \widehat{C}_{E,t+1}) & \\
 = \varepsilon_{E,ss} \frac{LTV_{ss} P_{h,ss}}{C_{E,ss}} (1 + \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) & \\
 + \varepsilon_{E,ss} \frac{P_{h,ss}}{C_{E,ss}} (1 + \widehat{P}_{h,t} + \widehat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) & \\
 \beta_E \frac{2}{\beta_E} \frac{1}{C_{E,ss}} (1 + \widehat{i}_t^L + \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{E,t+1} - E_t \widehat{C}_{E,t+1}) & \\
 = \frac{1}{C_{E,ss}} (1 + \widehat{LTV}_t + E_t \widehat{P}_{h,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) + \frac{1}{C_{E,ss}} (1 + \widehat{P}_{h,t} + \widehat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 2(1 + \hat{i}_t^L + \widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} + \hat{\varepsilon}_{E,t+1} - E_t \widehat{C}_{E,t+1}) \\
 &= (1 + \widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) + (1 + \hat{P}_{h,t} + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t}) \\
 & \quad 2 + 2\hat{i}_t^L + 2\widehat{LTV}_t + 2E_t \hat{P}_{h,t+1} + 2\hat{\varepsilon}_{E,t+1} - 2E_t \widehat{C}_{E,t+1} \\
 &= 1 + \widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t} + 1 + \hat{P}_{h,t} + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \widehat{C}_{E,t} \\
 2\hat{i}_t^L + 2\widehat{LTV}_t + 2E_t \hat{P}_{h,t+1} + 2\hat{\varepsilon}_{E,t+1} - 2E_t \widehat{C}_{E,t+1} &= \widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} + 2\hat{\varepsilon}_{E,t} - 2\widehat{C}_{E,t} + \hat{P}_{h,t} \\
 2\widehat{C}_{E,t} = -2\hat{i}_t^L - 2\widehat{LTV}_t - 2E_t \hat{P}_{h,t+1} - 2\hat{\varepsilon}_{E,t+1} + 2E_t \widehat{C}_{E,t+1} &+ \widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} + 2\hat{\varepsilon}_{E,t} + \hat{P}_{h,t} \\
 2\widehat{C}_{E,t} = 2E_t \widehat{C}_{E,t+1} - 2\hat{i}_t^L - \widehat{LTV}_t - E_t \hat{P}_{h,t+1} - 2\hat{\varepsilon}_{E,t+1} &+ 2\hat{\varepsilon}_{E,t} + \hat{P}_{h,t} \\
 \widehat{C}_{E,t} = E_t \widehat{C}_{E,t+1} - \hat{i}_t^L - \frac{1}{2}\widehat{LTV}_t - \frac{1}{2}E_t \hat{P}_{h,t+1} - \hat{\varepsilon}_{E,t+1} &+ \hat{\varepsilon}_{E,t} + \frac{1}{2}\hat{P}_{h,t} \\
 \widehat{C}_{E,t} = E_t \widehat{C}_{E,t+1} - \hat{i}_t^L - \frac{1}{2}(\widehat{LTV}_t + E_t \hat{P}_{h,t+1} - \hat{P}_{h,t}) &- (\hat{\varepsilon}_{E,t+1} - \hat{\varepsilon}_{E,t})
 \end{aligned}$$

De la demanda de stock de vivienda se tiene,

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \alpha A_t h_{E,t}^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} - \beta_E \varepsilon_{E,t+1} E_t \lambda_{E,t+1} P_{h,t+1} &= 0 \\
 \frac{\varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \alpha A_t h_{E,t}^{\alpha} N_t^{1-\alpha}}{h_{E,t}} = \beta_E \varepsilon_{E,t+1} \lambda_{E,t+1} P_{h,t+1} \\
 \frac{\varepsilon_{E,t} \lambda_{E,t} \alpha Y_t}{\beta_E \varepsilon_{E,t+1} E_t \lambda_{E,t+1} P_{h,t+1}} = h_{E,t}
 \end{aligned}$$

En estado estacionario

$$\begin{aligned}
 h_{E,ss} &= \frac{\varepsilon_{E,ss} \lambda_{E,ss} \alpha Y_{ss}}{\beta_E \varepsilon_{E,ss} \lambda_{E,ss} P_{h,ss}} \\
 h_{E,ss} &= \frac{\alpha Y_{ss}}{\beta_E} \rightarrow \frac{h_{E,ss}}{Y_{ss}} = \frac{\alpha}{\beta_E}
 \end{aligned}$$

En términos log-lineales se obtiene:

$$\begin{aligned}
 h_{E,ss} (1 + \hat{h}_{E,t}) &= \frac{\varepsilon_{E,ss} \lambda_{E,ss} \alpha Y_{ss}}{\beta_E \varepsilon_{E,ss} \lambda_{E,ss} P_{h,ss}} (1 + \hat{\lambda}_{E,t} + \hat{Y}_t + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \hat{\varepsilon}_{E,t+1} - E_t \hat{\lambda}_{E,t+1} - E_t \hat{P}_{h,t+1}) \\
 \frac{h_{E,ss}}{Y_{ss}} (1 + \hat{h}_{E,t}) &= \frac{\alpha}{\beta_E} (1 + \hat{\lambda}_{E,t} + \hat{Y}_t + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \hat{\varepsilon}_{E,t+1} - E_t \hat{\lambda}_{E,t+1} - E_t \hat{P}_{h,t+1}) \\
 \hat{h}_{E,t} &= -\widehat{C}_{E,t} + \hat{Y}_t + \hat{\varepsilon}_{E,t} - \hat{\varepsilon}_{E,t+1} + E_t \widehat{C}_{E,t+1} - E_t \hat{P}_{h,t+1} \\
 \hat{h}_{E,t} &= E_t \widehat{C}_{E,t+1} - \widehat{C}_{E,t} + \hat{Y}_t - E_t \hat{P}_{h,t+1} - (\hat{\varepsilon}_{E,t+1} - \hat{\varepsilon}_{E,t})
 \end{aligned}$$

**Bancos:**

$$\max_{C_{B,t}, D_t, L_t} E_t \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta_B^t \varepsilon_{B,t} (\log C_{B,t}) \right\}$$

suje to a:

$$\begin{aligned} C_{B,t} + i_{t-1}^D D_{t-1} + L_t &= D_t + i_t^L L_{t-1} - \varepsilon_{B,t} \\ D_t &= \gamma^E (L_t - E_t \varepsilon_{B,t+1}) \\ E_t \varepsilon_{B,t+1} &= L_t - \frac{D_t}{\gamma^E} : \forall t \rightarrow \varepsilon_{B,t} = L_{t-1} - \frac{D_{t-1}}{\gamma^E} \end{aligned}$$

Combinando ambas restricciones se tiene:

$$C_{B,t} + i_{t-1}^D D_{t-1} + L_t = D_t + i_t^L L_{t-1} - L_{t-1} + \frac{D_{t-1}}{\gamma^E}$$

El problema de maximización del banco representativo será:

$$\mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta_B^t \varepsilon_{B,t} \left\{ \begin{aligned} &(\log C_{B,t}) + \\ &\lambda_{B,t} \left[ D_t + i_t^L L_{t-1} - L_{t-1} + \frac{D_{t-1}}{\gamma^E} - C_{B,t} - i_{t-1}^D D_{t-1} - L_t \right] \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_{B,t}} & \lambda_{B,t} = \frac{1}{C_{B,t}}; \forall t \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial D_t} & \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} + \frac{\varepsilon_{B,t+1} \beta_B E_t \lambda_{B,t+1}}{\gamma^E} - \beta_B \varepsilon_{B,t+1} i_t^D E_t \lambda_{B,t+1} = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} & - \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} + \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} i_{t+1}^L - \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} = 0 \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda_{B,t}} & D_t + i_t^L L_{t-1} - L_{t-1} + \frac{D_{t-1}}{\gamma^E} - C_{B,t} - i_{t-1}^D D_{t-1} - L_t \end{aligned}$$

El precio sombra en términos log-lineales,

$$\begin{aligned} \lambda_{B,t} = \frac{1}{C_{B,t}} & \rightarrow \lambda_{B,ss} (1 + \hat{\lambda}_{B,t}) = \frac{1}{C_{B,ss}} (1 - \hat{C}_{B,t}) \\ \hat{\lambda}_{B,t} & = - \hat{C}_{B,t} \end{aligned}$$

La ecuación de Euler respecto de depósitos en términos log-lineales será:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} &= \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} \left( i_t^D - \frac{1}{\gamma^E} \right) \\
 \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} &= \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} \left( \frac{\gamma^E i_t^D - 1}{\gamma^E} \right) \\
 \gamma^E \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} &= \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} (\gamma^E i_t^D - 1) \\
 \gamma^E \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} &= \gamma^E i_t^D \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} - \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} \\
 \gamma^E \varepsilon_{B,ss} \lambda_{B,ss} & \left( 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + \widehat{\lambda}_{B,t} \right) \\
 &= \gamma^E i_{ss}^D \beta_B \varepsilon_{B,ss} \lambda_{B,ss} \left( 1 + \widehat{i}_t^D + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} \right) \\
 &\quad - \beta_B \varepsilon_{B,ss} \lambda_{B,ss} \left( 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} \right)
 \end{aligned}$$

Sabemos que  $\frac{1}{i_{ss}^D} = \beta_H$

$$\begin{aligned}
 \gamma^E (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + \widehat{\lambda}_{B,t}) &= \frac{\beta_B}{\beta_H} \gamma^E (1 + \widehat{i}_t^D + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) - \beta_B (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) \\
 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + \widehat{\lambda}_{B,t} &= \frac{\beta_B}{\beta_H} (1 + \widehat{i}_t^D + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) - \frac{\beta_B}{\gamma^E} (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) \\
 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + \widehat{\lambda}_{B,t} &= \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D + \frac{\beta_B}{\beta_H} (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) - \frac{\beta_B}{\gamma^E} (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) \\
 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + \widehat{\lambda}_{B,t} &= \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D + \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) (1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1}) + \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \\
 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} - \widehat{C}_{B,t} &= \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) E_t \widehat{C}_{B,t+1} + \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) \\
 1 + \widehat{\varepsilon}_{B,t} - \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D + \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) E_t \widehat{C}_{B,t+1} - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) &= \widehat{C}_{B,t} \\
 \widehat{C}_{B,t} &= \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) E_t \widehat{C}_{B,t+1} - \frac{\beta_B}{\beta_H} \widehat{i}_t^D - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} - \left( \frac{\beta_B}{\beta_H} - \frac{\beta_B}{\gamma^E} \right) + 1
 \end{aligned}$$

La ecuación de Euler respecto de créditos en términos log-lineales será:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{B,t} \lambda_{B,t} &= \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} i_{t+1}^L - \beta_B \varepsilon_{B,t+1} E_t \lambda_{B,t+1} \\
 \varepsilon_{B,ss} \lambda_{B,ss} & \left( 1 + \widehat{\lambda}_{B,t} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} \right) \\
 &= \beta_B \varepsilon_{B,ss} \lambda_{B,ss} i_{ss}^L \left( 1 + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \right) \\
 &\quad - \beta_B \varepsilon_{B,ss} E_t \lambda_{B,ss} \left( 1 + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \right)
 \end{aligned}$$

Sabemos que  $\beta_E = \frac{2}{i^L_{SS}}$ ,

$$\begin{aligned}
1 + \widehat{\lambda}_{B,t} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} &= 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} \left( 1 + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \right) - \beta_B \left( 1 + E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \right) \\
1 + \widehat{\lambda}_{B,t} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} &= 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} - \beta_B - \beta_B E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} - \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \\
1 + \widehat{\lambda}_{B,t} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} &= \beta_B E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} \left( \frac{2}{\beta_E} - 1 \right) + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} \left( \frac{2}{\beta_E} - 1 \right) + \beta_B \left( \frac{2}{\beta_E} - 1 \right) \\
1 + \widehat{\lambda}_{B,t} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} &= \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \beta_B \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \\
\widehat{\lambda}_{B,t} &= \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B E_t \widehat{\lambda}_{B,t+1} + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \beta_B \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) - \widehat{\varepsilon}_{B,t} - 1 \\
-\widehat{C}_{B,t} &= - \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B E_t \widehat{C}_{B,t+1} + 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L + \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \beta_B \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) - \widehat{\varepsilon}_{B,t} - 1 \\
\widehat{C}_{B,t} &= \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B E_t \widehat{C}_{B,t+1} - 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L - \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} - \beta_B \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + 1 \\
\widehat{C}_{B,t} &= \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \left( E_t \widehat{C}_{B,t+1} - 1 \right) - 2 \frac{\beta_B}{\beta_E} E_t \widehat{i}_{t+1}^L - \left( \frac{2 - \beta_E}{\beta_E} \right) \beta_B \widehat{\varepsilon}_{B,t+1} + \widehat{\varepsilon}_{B,t} + 1
\end{aligned}$$

## APENDICE D

### METODOLOGIA DE ESTIMACION

La especificación para la estimación de los parámetros está en línea con la literatura consultada. Valdivia y Valdivia (2019) muestran que para la evaluación de los parámetros del modelo con una metodología econométrica desde el punto de vista bayesiana aporta mucha más información a las decisiones bajo la incertidumbre, a diferencia de la econometría clásica “frecuentista”, este enfoque considera diferentes tipos de información, muchas veces subjetiva, que puedan tener acerca de los parámetros a estimar antes de tomar en cuenta los datos. La estimación bayesiana puede ser vista como un puente entre la calibración y la estimación por máxima verosimilitud (MV).

El modelo estimado toma como referencia a Fernández-Villaverde y Rubio-Ramírez (2004) y Smets y Wouter (2007). La estimación es basada en una función de verosimilitud generada por la solución de la versión log-linealizada del modelo. Se utilizan distribuciones prior de los parámetros de interés para proporcionar información adicional en la estimación. Todo el conjunto de ecuaciones linealizadas forma un sistema de ecuaciones lineales de expectativas racionales, el que se puede escribir de la siguiente manera:

$$\Gamma_0(\vartheta) z_t = \Gamma_1(\vartheta) z_{t-1} + \Gamma_2(\vartheta) \varepsilon_t + \Gamma_3(\vartheta) \theta_t$$

donde  $Z_t$  es un vector que contiene las variables del modelo expresadas como desviaciones logarítmicas de sus estados estacionarios,  $\varepsilon_t$  es un vector que contiene ruido blanco de los choques exógenos del modelo y  $\theta_t$  es un vector que contiene las expectativas racionales de los errores de predicción. Las matrices  $\Gamma_1$  son funciones no lineales de los parámetros estructurales contenidas en el vector  $\vartheta$ . El vector  $Z_t$  contiene las variables endógenas del modelo y los choques exógenos:  $\hat{\varepsilon}_{A,t}, \hat{\varepsilon}_{LTV,t}, \hat{\varepsilon}_{N,t}, \hat{\varepsilon}_{H,t}, \hat{\varepsilon}_{E,t}, \hat{\varepsilon}_{B,t}$ . La solución a este sistema puede ser expresado de la siguiente forma:

$$z_t = \Omega_z(\vartheta) z_{t-1} + \Omega_\varepsilon(\vartheta) \varepsilon_t + \Gamma_3(\vartheta) \theta_t$$

$\Omega_z$  y  $\Omega_\varepsilon$  son funciones de los parámetros estructurales. Además, sea  $y_t$  un vector de las variables observadas, que se relaciona con las variables en el modelo mediante una ecuación de medición:

$$y_t = H z_t$$

donde  $H$  es una matriz que selecciona elementos de  $z_t$  e  $y_t$  que comprende las variables observadas, que comprende desde 1998 a 2021, en frecuencia trimestral. Por su parte,

el número de variables observadas deben ser igual o menor al número de choques en el modelo para evitar el problema de singularidad estocástica:

$$y_t = [\hat{Y}_t, \hat{C}_t, \hat{L}_t, \hat{D}_t, \hat{i}_t^L, \hat{i}_t^D]$$

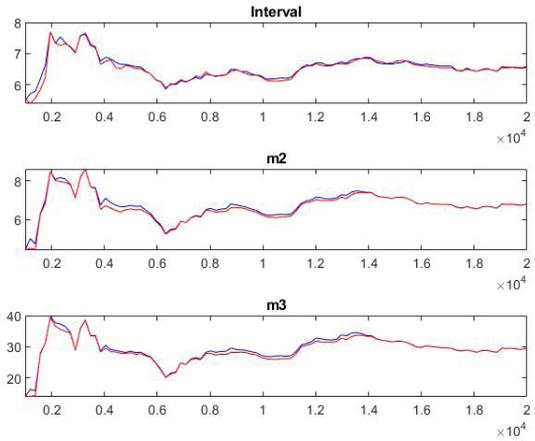
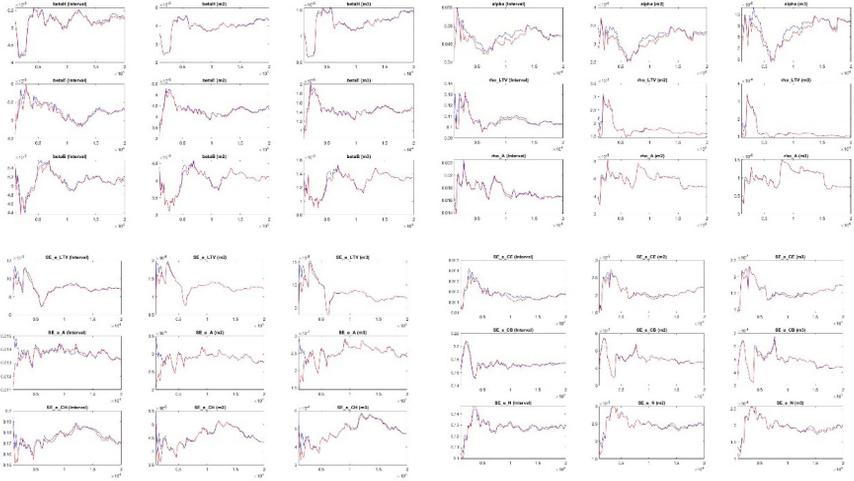
Estas ecuaciones corresponden a la forma estado-espacio que representan a  $y_t$ . Si nosotros asumimos que el ruido blanco  $\varepsilon_t$  está normalmente distribuido y utilizando el filtro de Kalman podemos calcular la función de verosimilitud condicional para los parámetros estructurales. Sea  $p(\theta)$  la función de densidad prior de los parámetros estructurales y  $L(\theta/Y^T)$ , donde  $Y^T = \{y_1, y_T\}$  contiene las variables observadas. La función de densidad posterior de los parámetros se calcula usando el teorema de Bayes.

Debido a que la función de verosimilitud condicional no tiene solución con una expresión analítica, se empleó métodos numéricos basados en el algoritmo de Metropolis-Hastings. Las estimaciones se obtuvieron con el programa Dynare 5.3.

Asimismo, la convergencia de la Cadena de Markov-Monte Carlo (MCMC) es satisfactoria, lo que significa que el análisis multivariado de los parámetros del modelo converge hacia su estado estacionario a causa de las diferentes iteraciones del algoritmo Metropolis Hastings (MH) solicitadas (10.000 draws). Hay tres medidas: “interval” que representa un intervalo de confianza del 80% en torno a la media, “m2” mide la varianza y “m3” el tercer momento. Las líneas azules y rojas convergen de una manera satisfactoria (las líneas azules representan medidas de los vectores de los parámetros dentro de las cadenas solicitadas).

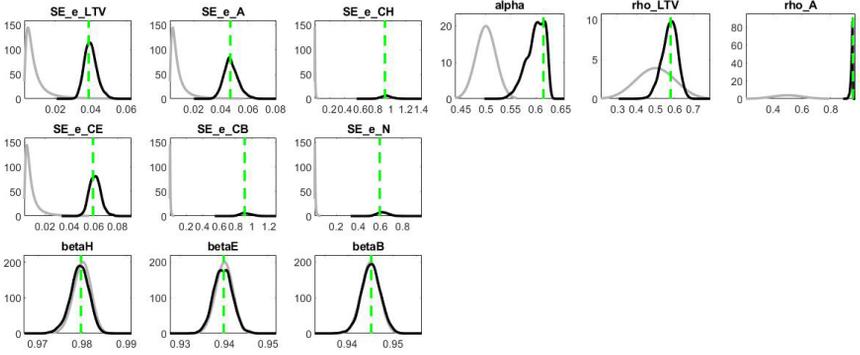
### GRAFICO D.1

#### CONVERGENCIA DE LA CADENA DE MARKOV-MONTE CARLO



Fuente: Elaboración propia.

GRAFICO D.2  
PRIORS Y POSTERIORES

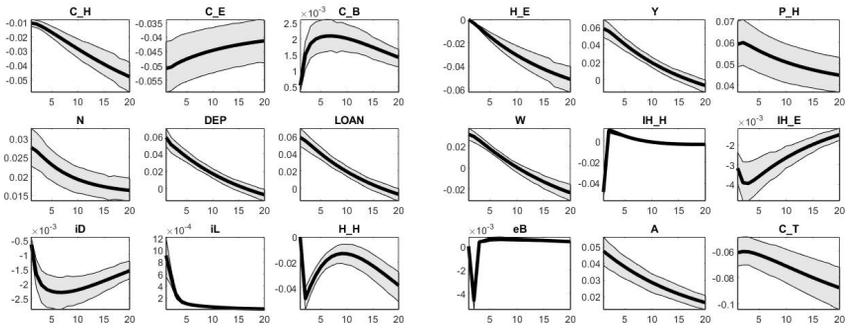


Fuente: Elaboración propia.

APENDICE E

GRAFICO E.1

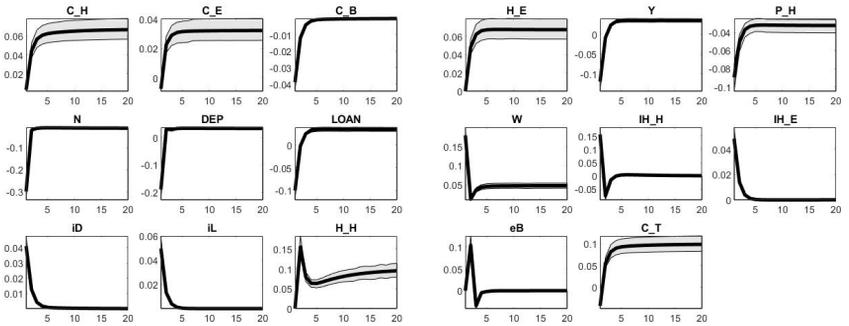
CHOQUES DE PRODUCTIVIDAD ( $\hat{\varepsilon}_{A,t}$ )



Fuente: Elaboración propia.

GRAFICO E.2

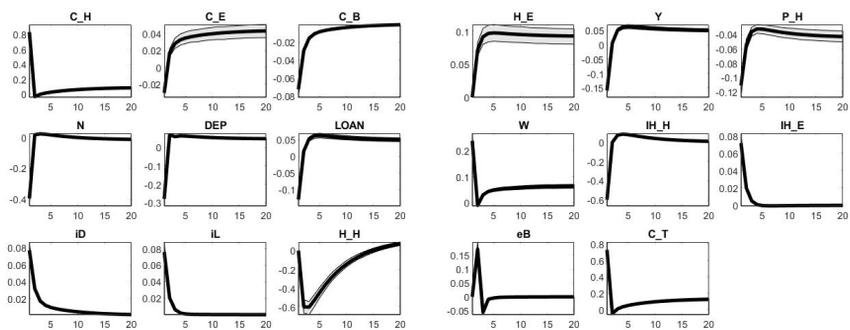
CHOQUES EN EL EMPLEO ( $\hat{\varepsilon}_{N,t}$ )



Fuente: Elaboración propia.

GRAFICO E.3

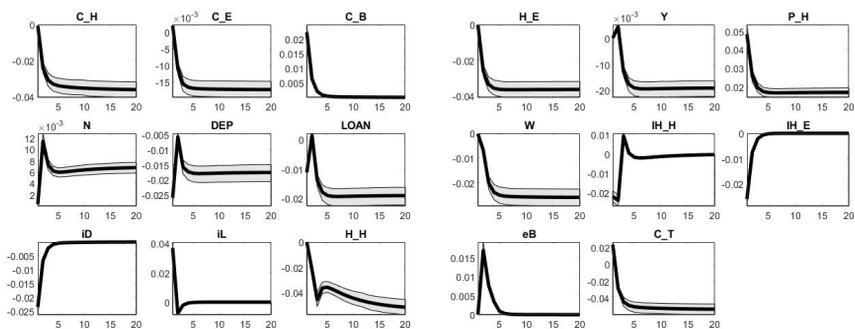
CHOQUES DE PREFERENCIA EN EL CONSUMO DE LOS HOGARES ( $\hat{\varepsilon}_{H,t}$ )



Fuente: Elaboración propia.

GRAFICO E.4

CHOQUES DE PREFERENCIA EN EL CONSUMO DE LOS EMPRESARIOS ( $\hat{\varepsilon}_{E,t}$ )



Fuente: Elaboración propia.