



---

## POLÍTICA MACROPRUDENCIAL: PROMESAS Y DESAFÍOS\*

Enrique G. Mendoza\*\*

### I. INTRODUCCIÓN

Los acontecimientos que derivaron en la crisis financiera global del 2008 aumentaron la conciencia entre bancos centrales y reguladores financieros de las economías avanzadas acerca de la necesidad de abordar la regulación y supervisión financiera desde una perspectiva tanto macroeconómica (sistémica) como prudencial (preventiva). Las autoridades de varias economías emergentes habían aprendido esta lección una década antes, tras la crisis de los mercados emergentes de los años noventa, y las autoridades chilenas lo habían hecho incluso antes, a raíz de la grave crisis bancaria que afectó el país en 1982. Sin embargo, la práctica de la política macroprudencial ha avanzado mucho más allá de la investigación teórica y cuantitativa que podría proporcionarle una base sólida, comparable con el fundamento que brindan los modelos de equilibrio general estocástico dinámico nekeynesiano (DSGE) para la conducción de la política monetaria. El objetivo de observar y contener la aparición de auges de crédito en toda la economía y desequilibrios en los balances de los intermediarios financieros cuenta con amplio consenso, sobre la base de la observación recurrente de que en los años que conducen a las crisis financieras el crédito crece “demasiado rápido” y suele ir acompañado de descalces de plazos y/o monedas. Sin embargo, llevar esta noción a la práctica ha sido en gran parte un ejercicio de aprendizaje práctico, dada la falta de modelos cuantitativos sólidos que puedan captar dinámicas de crisis financieras, proporcionar argumentos de fallas del mercado para justificar la intervención de política y facilitar el diseño y la evaluación de políticas macroprudenciales.

Este artículo revisa una clase de modelos macro dinámicos con fricciones financieras que contribuyen a cerrar estas brechas, es decir, modelos con restricciones colaterales fisherianas (es decir, restricciones que limitan la capacidad de endeudamiento a una fracción del valor de mercado de activos o bienes colocados como garantía). Los estudios cuantitativos muestran que estos modelos pueden replicar hechos estilizados claves de las crisis financieras, y que

---

\* Este trabajo fue preparado para la 20<sup>th</sup> Conferencia Anual del Banco Central de Chile, “Monetary Policy and Global Spillovers: Mechanisms, Effects and Policy Measures”, realizada el 10 y 11 de noviembre de 2016. Los argumentos presentados aquí se basan en diversos proyectos con varios coautores con los que he tenido el privilegio de colaborar, a saber: Javier Bianchi, Emine Boz, Julio Carrillo, Bora Durdu, Juan Hernández, Victoria Nuguer, Vincenzo Quadrini, Jessica Roldán, Katherine Smith y Marco Terrones. También me beneficié de las interacciones con otros autores en la literatura sobre modelos cuantitativos con fricciones financieras, particularmente: Gianluca Benigno, Markus Brunnermeier, Larry Christiano, Mick Devereux, Nobu Kiyotaki, Mark Gertler, Matteo Iacoviello, Alessandro Rebucci, Pablo Ottonello, Chris Otrok, Stephanie Schmitt-Grohe, Martin Uribe y Eric Young.

\*\* University of Pennsylvania, National Bureau of Economic Research, y Penn Institute for Economic Research.

la política macroprudencial óptima de un regulador financiero ideal, eficiente en materia de restricciones puede reducir significativamente la gravedad y frecuencia de las crisis financieras. Por otra parte, como sostengo aquí, la política macroprudencial sigue siendo una tarea difícil. En particular, este trabajo destaca tres desafíos principales:

- *Complejidad*: las reglas óptimas de política macroprudencial presentan variaciones significativas y no lineales a lo largo del tiempo y entre estados de naturaleza en respuesta tanto a factores locales tradicionales como a efectos globales, en forma de cambios en la liquidez global, noticias sobre fundamentos globales y ondas recurrentes de innovación financiera y cambio estructural/regulador en los mercados financieros mundiales. La regulación macroprudencial puede implementarse con reglas más simples que las óptimas, pero esto requiere un cuidadoso diseño y evaluación cuantitativa, porque de lo contrario puede ser contraproducente y reducir el bienestar, incluso en relación con un *status quo* sin intervención política.
- *Falta de credibilidad*: bajo compromiso, los responsables de las políticas macroprudenciales tienen incentivos para ser inconsistentes temporales y, por lo tanto, desviarse de las reglas de política preanunciadas. El argumento es sutil pero, en su esencia, tiene características similares a las de los conocidos argumentos de inconsistencia temporal que socavan la credibilidad de las políticas monetaria y fiscal óptimas bajo compromiso.
- *Fracaso en la coordinación*: la política macroprudencial debe equilibrarse cuidadosamente con la política monetaria. Si en lugar de aplicar normas de política financiera separadas, las normas de política monetaria se amplían simplemente con un mandato financiero, su eficacia en términos de estabilidad financiera se debilita por insuficiencia de instrumentos de política (es decir, se viola la regla de Tinbergen). Con reglas separadas, es importante que las autoridades monetaria y financiera se coordinen con el fin de evitar que la interacción estratégica socave la eficacia de ambas políticas.

Este trabajo se basa en los resultados de un amplio y creciente programa de investigación que abarca modelos macroeconómicos de crisis financieras y su análisis normativo. Este programa se originó en el campo macro internacional en los años noventa, motivado por las crisis de los mercados emergentes y basado en modelos clásicos de transmisión financiera (como en Bernanke y Gertler, 1989; Kiyotaki y Moore, 1997), y luego se hizo predominante en el macro campo posterior a la crisis financiera global del 2008. Los argumentos desarrollados aquí se centran en particular en una rama de esta literatura que estudia modelos cuantitativos con restricciones colaterales fisherianas (ver, por ejemplo, Bianchi, 2011; Bianchi y Mendoza, 2010; Bianchi et al., 2016; Jeanne y Korinek, 2010; Benigno et al., 2013; Mendoza y Quadrini, 2010; Ottonello, 2015), y también, en cierta medida, en la amplia literatura que incorpora fricciones financieras en modelos DSGE nekeynesianos (por ejemplo, Bernanke et al., 1999; Christiano et al., 2014).

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente manera: la próxima sección desarrolla un argumento general sobre el objetivo de la política macroprudencial y la relevancia de los métodos globales no lineales en el desarrollo de modelos



cuantitativos para su implementación. La sección III presenta un marco de referencia para caracterizar el fracaso del mercado presente en los modelos fisherianos y la respuesta óptima de políticas. La sección IV demuestra la efectividad y complejidad de una política financiera óptima utilizando una variante de un marco ampliamente utilizado en la literatura, en el que los ingresos del sector de bienes no transables sirven como colateral para la deuda denominada en unidades de bienes transables (es decir, un marco de “dolarización de pasivos”). La sección V presenta características similares en las conclusiones obtenidas por Bianchi y Mendoza (2016), utilizando un modelo en el que los activos se usan como garantía (es decir, un marco de “activos colaterales”) y también discute la inconsistencia temporal de la política óptima bajo compromiso y las implicancias cuantitativas de una política óptima y consistente temporal. La sección VI examina la importancia cuantitativa de las reglas de Tinbergen y el fracaso en la coordinación de políticas resultante de la interacción de las políticas monetaria y financiera en la configuración propuesta por Carrillo et al. (2016). La sección VII presenta las conclusiones.

## II. UN CASO GENERAL PARA LOS MODELOS NO LINEALES DE CRISIS FINANCIERAS Y POLÍTICA MACROPRUDENCIAL

El atractivo de la política macroprudencial se deriva del consenso en torno a la noción de que los auges de crédito, aunque poco frecuentes, deben evitarse porque terminan en crisis profundas y prolongadas. Esta visión es coherente con las conclusiones de los estudios empíricos. Por ejemplo, el análisis de *booms* de crédito por Mendoza y Terrones (2012) muestra que estos se producen con una frecuencia de solo 2,8% en una muestra de 61 economías industrializadas y emergentes para el período 1960-2010; sin embargo, condicional a un auge crediticio, la probabilidad de crisis bancarias o monetarias es 1/3.<sup>1</sup> Las desaceleraciones de los auges de crédito también suelen acompañarse de paradas repentinas, definidas como una reversión brusca de la cuenta corriente (es decir, una interrupción repentina del financiamiento del resto del mundo). Después del punto máximo de los auges de crédito, las reversiones medias de la cuenta corriente son de alrededor de 2,5 y 3 puntos porcentuales del PIB en términos anuales para las economías avanzadas y emergentes, respectivamente. Las recesiones que siguen a un auge de crédito son grandes y duraderas. Tres años después del punto máximo de los auges de crédito, el PIB per cápita medio es 5 y 8% por debajo de la tendencia en las economías avanzadas y emergentes, respectivamente.

La tarea de la política macroprudencial –como la describió originalmente Borio (2003) o, en una descripción más reciente, Bernanke (2010)– es enriquecer la regulación financiera y las políticas financieras con un enfoque macroeconómico y no microeconómico de la dinámica del crédito y del riesgo sistémico, con el fin

---

<sup>1</sup> Mendoza y Terrones identifican que un país está en un auge de crédito si el componente cíclico del crédito real per cápita se encuentra en el percentil 95 de la distribución de ese país.

de de detener los auges de crédito en sus primeras etapas como una medida prudencial para evitar que se conviertan en macrocrisis. Si bien esta tarea es clara, el trabajo de producir modelos cuantitativos útiles para diseñar y evaluar políticas macroprudenciales ha mostrado un lento progreso, en gran medida porque nuestra comprensión de cómo influyen las políticas financieras en el mecanismo de transmisión que impulsa las crisis financieras es incipiente, e incorporar este mecanismo en modelos macroeconómicos dinámicos cuantitativos ha resultado difícil.

Los modelos DSGE neokeynesianos, comunes en los bancos centrales hoy en día, se han utilizado con gran éxito para evaluar los escenarios de política monetaria y adoptar un régimen de metas de inflación. Todavía no existe una herramienta cuantitativa comparable para la política macroprudencial. Desafortunadamente, los modelos DSGE han tenido menos éxito para explicar la dinámica de las crisis financieras y la transición desde un auge crediticio a un desplome financiero, incluso cuando los modelos se han ampliado para introducir mecanismos financieros (por ejemplo, introducir un acelerador financiero en las líneas de la estructura de Bernanke, Gertler y Gilchrist, BGG). Varios estudios (por ejemplo, Gertler et al., 2007; Christiano et al., 2014) muestran cómo la transmisión financiera puede ser un factor importante que impulsa la dinámica macroeconómica en respuesta a *shocks* financieros, pero sigue siendo difícil modelar crisis financieras sin depender de *shocks* financieros en esta clase de modelos. Desde el punto de vista técnico, esta limitación se debe en parte al hecho de que la metodología cuantitativa que suelen seguir los modelos DSGE se basa en métodos de perturbación, que tienen limitaciones inherentes para capturar con precisión la naturaleza no lineal del mecanismo de transmisión financiera que impulsa los auges de crédito y desencadena crisis financieras. Estas restricciones se extienden a limitaciones para cuantificar la interacción de equilibrio crucial entre las medidas de política prudencial adoptadas en los buenos tiempos, los planes intertemporales óptimos de los agentes económicos y la probabilidad y magnitud de las crisis financieras.

En el resto de esta sección se proporcionan argumentos intuitivos sobre la importancia de la dinámica no lineal para desarrollar marcos cuantitativos para estudiar las crisis financieras y la política macroprudencial que se aplican a una amplia clase de modelos, además de los modelos fisherianos que este trabajo enfatiza<sup>2</sup>. Considérese una función que relaciona la rentabilidad de un instrumento financiero con la posición agregada de pasivos de ese instrumento (por ejemplo, deuda hipotecaria de hogares en una economía avanzada, deuda de corto plazo en moneda extranjera de empresas en una economía emergente, deuda soberana, etc.). Es razonable pensar que esta función debe ser creciente y convexa, como la función denominada “función teórica de fijación de precios” en el gráfico 1. Es más fácil entender la convexidad de esta función mirando la

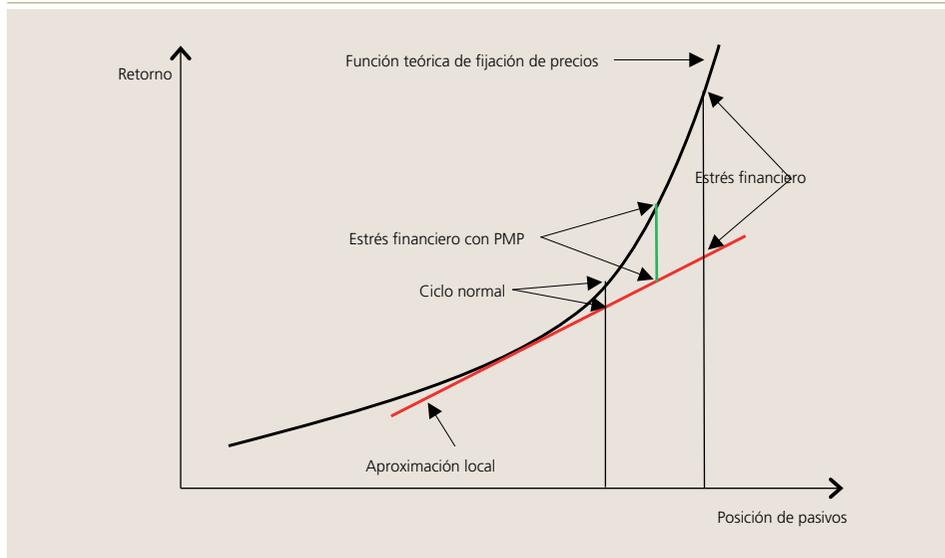
---

<sup>2</sup> Robert Merton planteó argumentos similares sobre la importancia de las no linealidades en la modelación del estrés financiero en términos de fijación de precios de opciones en su Conferencia del Premio Robert A. Merton de 2009, “Observaciones sobre la ciencia de las finanzas en la práctica de las finanzas”, dictada el 3 de mayo de 2009.

intersección vertical y asíntota. Si la posición de pasivos es insignificante, o sea que la probabilidad de un problema financiero también es insignificante, la rentabilidad debería aproximarse a la tasa libre de riesgo (es decir, la intersección vertical). Existe la asíntota vertical porque, dado que la riqueza en el agregado y para una masa de agentes de cualquier tamaño es finita, debe existir tal nivel de endeudamiento que la probabilidad de no pago se acerque al 100% a medida que se alcance el nivel de deuda (es decir, que la deuda sea tan grande que los agentes estén casi seguros de que no podrán pagar, independientemente de las condiciones económicas). Por consiguiente, la asíntota vertical puede concebirse como un umbral de racionamiento, en el que la rentabilidad tiende a infinito a medida que el precio del pasivo tiende a cero porque la amortización es un evento de probabilidad cero. En la intersección entre la vertical y el umbral de racionamiento, la rentabilidad aumenta con la posición de pasivos y el margen entre la rentabilidad sobre el pasivo financiero y la tasa libre de riesgo se ensancha. La rentabilidad y el margen aumentan a un ritmo creciente (es decir, la función teórica de fijación de precios es convexa), porque el aumento de la probabilidad de no pago en respuesta a un aumento de la deuda de una cantidad dada es mucho más grande cuando la deuda es alta que cuando es baja.

Gráfico 1

### Función teórica de precios de pasivos financieros



Fuente: Elaboración propia.

Varios modelos utilizados para introducir fricciones financieras en los modelos macroeconómicos incorporan funciones de rentabilidad convexas como la precedente. La lista incluye el modelo de *default* de deuda soberana de Eaton y Gersovitz (1981), el modelo de acelerador financiero de Bernanke y Gertler (1989), el modelo de restricciones de colateral de Kiyotaki y Moore (1997), los modelos clásicos Merton de opciones de precios, y varios otros. Nótese también que, para que la relación sea convexa, no se requiere que el *default* sea explícitamente modelado o que ocurra como resultado de equilibrio. En el modelo de Kiyotaki-Moore, por ejemplo, no hay *default*.

El modelo DSGE típico con fricciones financieras se enfoca en una perturbación lineal, de bajo orden, de alrededor de un punto en el gráfico 1, en una zona en que los mercados financieros son estables (es decir, los márgenes son pequeños). Este punto suele ser el equilibrio estacionario determinístico. Como sugiere el gráfico, si el punto de aproximación está en un segmento relativamente plano de la curva, los errores implícitos en las brechas entre las rentabilidades “verdaderas” y las implícitas en la aproximación local son pequeños y, por lo tanto, de poca consecuencia. Esto podría interpretarse como una indicación de que el método de perturbación hace un buen trabajo en capturar los efectos del mecanismo de transmisión financiera durante ciclos económicos normales, en los que las fluctuaciones alrededor de promedios cíclicos son relativamente pequeñas. Sin embargo, los períodos de dificultades financieras son muy diferentes, porque son puntos en la zona empinada de la función teórica de fijación de precios y, en esa zona, los errores de aproximación locales son grandes. Los datos podrían estar produciendo rentabilidades conforme a lo predicho por la función teórica de fijación de precios, pero a un modelador que trabaje con la aproximación local, puede parecerle que esos resultados se deban a grandes e inesperados *shocks* (es decir, resultados que no pueden explicarse dentro del modelo)<sup>3</sup>. Merton (2009) planteó un argumento similar y concluyó que: “*Las cosas no están conceptualmente fuera de control; no se trata de un misterioso cisne negro que no entendemos y tenemos que reformular todos los paradigmas porque toda la modelación es incorrecta. Si la gente actúa usando un modelo lineal, lo que parece un evento de diez sigmas puede ser un evento de dos sigmas...*”

Un paso importante en el modelado de crisis financieras es poder explicar las transiciones en la región del ciclo económico regular y la región con dificultades financieras, de modo que las crisis financieras no se presenten como *shocks* grandes e inesperados. Por lo tanto, en lugar de modelar las crisis como resultado de *shocks* financieros, el objetivo es modelarlas como resultado de una *amplificación* financiera, definida como mayores efectos adversos sobre agregados macroeconómicos causados por *shocks* de magnitud estándar, cuando

---

<sup>3</sup> Por supuesto, una aproximación de orden superior puede hacer que los resultados locales del método de perturbación sean más precisos en el seguimiento de la curvatura de la función de fijación de precios; sin embargo, para acercarse a la solución global, es necesario utilizar un punto de aproximación que corresponda a la solución de equilibrio global; de lo contrario una aproximación de orden superior no convierte las soluciones de métodos locales en una buena aproximación a las soluciones obtenidas mediante métodos globales (ver de Groot et al., 2016).



las fricciones financieras son más activas. Nuevamente en palabras de Merton: *“La mayoría de los modelos de crédito de las mesas de operaciones en los modelos macro funcionan bastante bien a nivel local; el problema es cuando se deja el plano local, las no linealidades son realmente bastante grandes... Qué sucedió en AIG... emitieron gran cantidad de CDS... los activos subyacentes descendieron no en uno, dos ni tres shocks, sino una y otra, y otra vez. Cada vez un shock del mismo tamaño va a crear algo aun más grande...”*

La dinámica es no lineal localmente, porque para aproximaciones locales, pequeñas variaciones en las posiciones de pasivo de todo el segmento empinado de la función de fijación de precios producen grandes cambios en los márgenes y también a nivel mundial, ya que modelar las transiciones entre ciclos regulares (es decir, cuando la amplificación financiera es inocua) y crisis financieras (es decir, cuando la amplificación financiera es grande) requiere capturar la dinámica de equilibrio a través de los segmentos planos y empinados de la función. Esto es sumamente importante para desarrollar modelos cuantitativos de la política macroprudencial, porque el objetivo declarado de la política es la gestión de herramientas de política financiera en “buenos tiempos” en la región plana de la función de fijación teórica de precios, con el fin de reducir la frecuencia de las transiciones a la región de inestabilidad financiera, y la gravedad de las crisis que se producen cuando esas transiciones efectivamente ocurren. Esto se ilustra por el cambio hacia la posición de pasivo marcada como “dificultades financieras con política macroprudencial (PMP)” en el gráfico 1. Por lo tanto, el marco cuantitativo que necesitan las autoridades que deseen llevar a cabo esta política es aquel que capture con precisión los efectos de las herramientas de política financiera sobre los incentivos de los agentes del mercado de crédito en buenos tiempos, y que modele explícitamente la conexión entre estos efectos y la dinámica de transición entre tiempos normales y tiempos de crisis.

De los incentivos de los agentes que el marco debe capturar, el ahorro por motivo precaución es tal vez el más importante, y esto también requiere un enfoque global. Por ejemplo, ¿cómo altera una razón de préstamo a valor de las hipotecas regulatoria con un tamaño y comovimiento cíclico determinados las decisiones de endeudamiento hipotecario, el apalancamiento de los hogares y la frecuencia y magnitud de las crisis financieras? La respuesta depende esencialmente de cómo cambian las decisiones de endeudamiento a medida que cambia el requisito para el ratio de préstamo a colateral, y esta respuesta es determinada en parte por la forma en que la política altera los incentivos de los deudores para construir una reserva de ahorro (es decir, un desincentivo a la acumulación de deuda), lo que a la vez es determinado por las expectativas en equilibrio de las posibles corrientes futuras de ingresos y consumo a que los deudores se ven expuestos, no solo uno o dos períodos adelante, sino a través de todo el estado estacionario estocástico de la economía (y especialmente en aquellos de baja pero positiva probabilidad de eventos de crisis financiera).

El gráfico 1 es solo una abstracción heurística, a alto nivel de generalidad, de lo que debe producir un modelo ideal de política macroprudencial. El resto de este trabajo se centra en los modelos fisherianos como clase de modelos de

macrofinanzas cuantitativas que a la fecha ha producido resultados prometedores en términos tanto de capturar la dinámica no lineal de las crisis financieras como de proporcionar un marco para el estudio de la política macroprudencial. Asimismo, los modelos fisherianos ofrecen una justificación teórica de la política macroprudencial, porque encarnan restricciones colaterales que provocan una falla de mercado en forma de externalidades pecuniarias.

### III. EXTERNALIDADES PECUNIARIAS COMO FUNDAMENTO DE LA POLÍTICA MACROPRUDENCIAL EN LOS MODELOS FISHERIANOS

La característica que define los modelos fisherianos es una restricción del colateral ocasionalmente vinculante que limita la capacidad de endeudamiento de los agentes económicos a una fracción  $\kappa$  del valor de mercado de los bienes o activos comprometidos como colateral. Si esta restricción vincula o no es un resultado de equilibrio dependiente del estado, que depende de los planes óptimos de los agentes y de la realización de *shocks* y variables agregadas, en particular precios de equilibrio<sup>4</sup>. Estos modelos se rotulan como “fisherianos” porque, cuando la restricción vincula, muestran una dinámica impulsada por el clásico mecanismo de deflación de la deuda propuesto por primera vez en el trabajo seminal de Fisher (1933). Nos centramos en modelos en los que esta restricción se impone directamente a los problemas de optimización de los agentes, en lugar de modelarse como resultado endógeno de una relación contractual entre deudores y acreedores explícitamente incluidos en los modelos. Esta es una práctica común en una rama de la literatura macro sobre fricciones financieras (por ejemplo, Kiyotaki y Moore, 1997; Aiyagari y Gertler, 1999). Sin embargo, existen estudios de modelos fisherianos en los que la restricción del colateral se deriva de una configuración contractual, típicamente como resultado de una aplicación limitada o un problema costoso de verificación de estado (por ejemplo, Bianchi y Mendoza, 2016; Mendoza y Quadrini, 2010). Además, el argumento de la externalidad pecuniaria que se desarrolla a continuación se aplica a una clase más amplia de modelos de fricciones financieras, en los que los precios determinados por el mercado determinan la capacidad de endeudamiento. Por ejemplo, el modelo clásico del acelerador financiero de Bernanke-Gertler, en el que los deudores pagan una prima de financiamiento externo en función de su patrimonio neto que emerge endógenamente como resultado de un contrato óptimo, presenta una externalidad pecuniaria similar, ya que el valor neto es valorado en precios de mercado y los deudores no internalizan el efecto de sus actos sobre esos precios.

En forma genérica, la restricción del colateral fisheriana es:

$$\frac{b_{t+1}}{R_t} \geq -\kappa_t f(p_t) \tag{1}$$

---

<sup>4</sup> Nada garantiza que la restricción pueda realmente vincular a lo largo de un camino de equilibrio. De hecho, dado que las restricciones de crédito refuerzan los incentivos de ahorro precautorio, estos modelos tienen un mecanismo de autocorrección que reduce la probabilidad de que la restricción vincule, potencialmente incluso a cero.

donde  $b_{t+1}$  es la posición de un agente en un bono de descuento de un solo período, no de estado (es decir, el agente toma prestado cuando  $b_{t+1} < 0$ ), con un precio igual al recíproco de su retorno bruto  $R_t$ ;  $\kappa_t$  es la fracción posiblemente variable temporal de bienes o activos que pueden darse en prenda como colateral;  $p_t$  representa el precio determinado por el mercado del colateral; y  $f(\cdot)$  es una función exógena (generalmente lineal) de  $p_t$ .

Las aplicaciones cuantitativas revisadas en este trabajo se centran principalmente en dos formas funcionales específicas de la función de colateral  $f(\cdot)$ : i) la “dolarización de pasivos” para una economía en la que la deuda está denominada en unidades de bienes transables, y el colateral se contabiliza en términos de ingresos provenientes de los sectores transables y no transables,  $y_t^T$  y  $y_t^N$ , respectivamente. Esta configuración se originó en Mendoza (2002) y se ha utilizado ampliamente en modelos de política macroprudencial (por ejemplo, Bianchi, 2011; Benigno et al., 2013; Korinek, 2011; Bianchi et al., 2016). En este caso,  $b_{t+1}$  es en unidades de bienes transables y  $f(\cdot) = y_t^T + p_t^N y_t^N$ , donde  $p_t^N$  es el precio relativo de bienes no transables a bienes transables. Por consiguiente, la deuda no puede exceder una fracción  $\kappa_t$  del ingreso total en unidades de transables, y el precio que determina el valor del colateral es  $p_t^N$ ; ii) la de “activos de colateral”, en la que un activo  $k_{t+1}$  (terrenos, inmuebles, capital físico de una empresa) sirve como colateral y  $f(\cdot) = q_t k_{t+1}$ , donde  $q_t$  es el precio de mercado del activo en unidades de bienes de consumo. Por consiguiente, en este caso  $\kappa_t$  representa un límite superior en la razón de préstamo a colateral. Estos modelos son similares en estructura a Kiyotaki y Moore (1997) y Aiyagari y Gertler (1999), y han sido utilizados en estudios cuantitativos de crisis financieras, como los de Mendoza y Smith (2006) y Mendoza (2010), y en estudios de política macroprudencial de Bianchi y Mendoza (2010, 2016), y Jeanne y Korinek (2010).

Existen diferentes variaciones de la restricción fisheriana del colateral en la literatura precedente. Más adelante examinaremos un caso que amplía la deuda para incluir tanto la deuda intertemporal como la deuda dentro del período en forma de financiamiento de capital de trabajo utilizado por los productores para pagar los insumos. También hay formulaciones que permiten la producción endógena, la acumulación de capital, el comercio de activos y la intermediación financiera. En los modelos de dolarización de pasivos con producción, la deflación fisheriana de  $p_t^N$  afecta la oferta agregada al reducir la demanda de insumos en el sector no transables (por ejemplo, Durdu et al., 2009). Si se incluye el ingreso laboral en la garantía colateral, la restricción aumenta los retornos efectivos de la oferta laboral, ya que los ingresos adicionales del trabajo aumentan la capacidad de endeudamiento (por ejemplo, Mendoza, 2002; Benigno et al., 2013). En los modelos con acumulación de capital, la deflación fisheriana alcanza la  $Q$  de Tobin y, de ese modo, tiene efectos de oferta y demanda, porque provoca un colapso de la inversión y, por lo tanto, del capital físico futuro (por ejemplo, Mendoza, 2010). Los modelos en los que los activos se comercializan internacionalmente tienen una característica similar que desencadena ventas forzosas de activos y colapsos de precio cuando la restricción es vinculante, pero como los activos se venden a inversionistas extranjeros, la respuesta del precio de equilibrio depende de fricciones financieras adicionales, tales como costos de transacción y restricciones de venta cortas (Mendoza y Smith, 2006, 2014).

Mendoza y Quadrini (2010) estudian un modelo en el que bancos sujetos a un requerimiento de capital valorado a precios de mercado intermedian fondos entre hogares heterogéneos y una empresa representativa con una restricción del colateral.

En el resto de esta sección se desarrolla el argumento de que un fracaso del mercado justifica la política macroprudencial cuando está presente la restricción del colateral (1). La esencia del argumento es que el hecho de que el colateral esté valorado a precios de mercado en el lado derecho de (1) crea una externalidad pecuniaria. Las externalidades pecuniarias son generalmente benignas, porque no distorsionan las asignaciones, pero en modelos de esta clase sí las distorsionan. De particular interés para la política macroprudencial (ya que es una política preventiva) es un estado de naturaleza en el que la restricción del colateral no es vinculante en la fecha  $t$ , pero puede vincular con alguna probabilidad en  $t+1$ . En este caso, los agentes toman decisiones de endeudamiento que igualan el costo y beneficio marginal de la unidad adicional de deuda que toman en la fecha  $t$ , pero en el costo marginal no internalizan la respuesta de los valores del colateral en  $t+1$  si la restricción de crédito se hace vinculante. Como resultado, el costo marginal privado difiere del costo marginal social del endeudamiento.

El argumento anterior puede articularse más formalmente de la siguiente manera. En equilibrio general, el valor de mercado del colateral corresponde a tasas marginales de sustitución en el consumo y/o tasas marginales de sustitución técnica en la producción. Dado que se trata de un resultado de equilibrio general, los deudores individuales no internalizan los efectos de sus propias decisiones de endeudamiento sobre las variables agregadas que determinan el valor del colateral a través de estas condiciones de equilibrio; sin embargo, los planificadores sociales lo hacen, porque internalizan que los precios dependen de las asignaciones. Así, desde la perspectiva del planificador, los precios en la función de colateral son en realidad una función de asignaciones agregadas. En la configuración estándar de la dolarización de pasivos con ingresos de dotaciones, la tasa marginal relevante de sustitución del valor del colateral es la que existe entre el consumo de bienes transables y no transables, y, dado que los bienes no transables suelen ser una dotación, podemos reformular la función de colateral como  $f(p_t(C_t^T))$ , donde  $C_t^T$  es el valor agregado del consumo de transables. En la configuración de activos colaterales, la tasa marginal de sustitución relevante es la intertemporal (o el factor de descuento estocástico), por lo que la función colateral puede expresarse como  $f(p_t(C_t, C_{t+1}))$ . Obsérvese la sutil diferencia en estas dos funciones del colateral: en el modelo de dolarización de pasivos, la función depende solo de las variables agregadas en la fecha  $t$ , mientras que en el modelo de activos colaterales depende de las variables de fecha  $t$  y fecha  $t+1$ . Esta diferencia tiene implicancias esenciales para la consistencia temporal y la credibilidad de la política macroprudencial óptima que destacaremos más adelante.

En general, los modelos macroeconómicos dinámicos con restricciones fisherianas de colateral tienen en común que, en un equilibrio descentralizado



sin intervención de política, la ecuación de Euler de los hogares para tenencias de bonos adopta la siguiente forma:

$$u'(t) = \beta R_t E[u'(t+1)] + \mu_t \quad (2)$$

El multiplicador de Lagrange no negativo en la restricción del colateral ( $\mu_t$ ) entra como una cuña que representa el hecho de que el costo efectivo del endeudamiento excede  $R_t$  cuando la restricción es vinculante.

Los problemas de la política óptima para los modelos fisherianos se formulan típicamente siguiendo el “enfoque primario”, como planteamientos socialmente eficientes (teniendo en cuenta las restricciones) en los que un regulador elige las tenencias de bonos internalizando directamente la dependencia del valor del colateral en el consumo y las opciones de endeudamiento. Las condiciones de optimalidad para estos problemas toman diferentes formas dependiendo de la estructura particular de los modelos, y especialmente de si los precios en la función colateral dependen de variables agregadas contemporáneas y/o futuras. Las diferencias a lo largo de estas líneas producen diferentes implicancias en cuanto a si el problema del planificador social requiere una intervención de política cuando la restricción del colateral es vinculante y/o antes de que lo sea. Sin embargo, para caracterizar la externalidad pecuniaria macroprudencial, nos abstraemos de la primera, suponiendo un estado de la naturaleza en que la restricción del colateral no es vinculante en la fecha  $t$ . En este caso, la ecuación de Euler del planificador para bonos típicamente toma la forma

$$u'(t) = \beta R_t E \left[ u'(t+1) + \mu_{t+1}^* \kappa_{t+1} f'(t+1) \frac{\partial p_{t+1}}{\partial \tilde{C}_{t+1}} \frac{\partial \tilde{C}_{t+1}}{\partial b_{t+1}} \right] \quad (3)$$

donde  $\mu_t^*$  es el multiplicador de la restricción del colateral en el problema del planificador y  $\tilde{C}_{t+1}$  es la variable agregada relevante para determinar los precios en la función de colateral. El segundo término dentro de los paréntesis en el lado derecho de esta expresión refleja la evaluación del planificador del efecto de la opción de endeudamiento  $b_{t+1}$  en  $\tilde{C}_{t+1}$  de fecha  $t$ , que a su vez determina el valor del colateral y la capacidad de endeudamiento en  $t+1$ . Esta evaluación solo es relevante en estados de la naturaleza en los que se espera que la restricción sea vinculante (es decir, si  $\mu_{t+1}^* > 0$ ). Esto es una externalidad, porque captura los efectos de los precios que son el resultado agregado de decisiones individuales y, como tales, no son internalizados por los agentes privados. Evidentemente, dado que suponemos que la restricción no es vinculante en  $t$ , se deduce de la condición (2) que el costo marginal *privado* del endeudamiento es solamente  $\beta R_t E[u'(t+1)]$  y, por lo tanto, siempre que  $f'(t+1) (\partial p_{t+1} / \partial \tilde{C}_{t+1}) (\partial \tilde{C}_{t+1} / \partial b_{t+1}) > 0$ , el costo marginal *social* del préstamo es mayor. En otras palabras, los agentes de la economía sin intervención de política tienen el incentivo de endeudarse en exceso, porque subvaloran el costo marginal del endeudamiento.

La propiedad de que  $f'(t+1) (\partial p_{t+1} / \partial \tilde{C}_{t+1}) (\partial \tilde{C}_{t+1} / \partial b_{t+1}) > 0$  es crítica para el argumento anterior. El signo positivo de  $f'(p_{t+1})$  puede imponerse con seguridad como supuesto, ya que la forma de  $f(\cdot)$  se elige exógenamente y, por lo general, es lineal en el valor del colateral. En la configuración de la dolarización de pasivos  $f'(p_{t+1}) = y_t^N > 0$ , y en la configuración del precio del activo  $f'(p_{t+1}) = K_{t+1} > 0$ , donde

$K_{t+1}$  es la oferta agregada de activos en la economía, y en ambas configuraciones  $y_t^N$  y  $K_{t+1}$  suelen modelarse como dotaciones exógenas. Además,  $\frac{\partial \tilde{C}_{t+1}}{\partial b_{t+1}} > 0$  se deriva de restricciones presupuestarias estándares y, tanto en los modelos de dolarización de pasivos como en los de activos de colateral,  $\frac{\partial \tilde{C}_{t+1}}{\partial b_{t+1}} = 1$ .<sup>5</sup> Por otra parte, dado que los precios son resultados de equilibrio general, el signo de  $\partial p_{t+1}/\partial$  también es un resultado de equilibrio y, por consiguiente,  $\frac{\partial p_{t+1}}{\partial \tilde{C}_{t+1}} > 0$  no puede asumirse, sino que debe establecerse como propiedad del equilibrio. El resultado es que, en variantes relativamente simples de configuraciones tanto de dolarización de pasivos como de activos de colateral, esta propiedad de la función de precios de equilibrio se mantiene debido a la concavidad de las funciones de utilidad. Los derivados de la función de fijación de precios de equilibrio en los modelos de dolarización de pasivos y activos de colateral, son, respectivamente.<sup>6</sup>

$$\frac{\partial p_{t+1}^N}{\partial C_{t+1}^T} = \frac{-p_{t+1}^N u_{c^T} (t+1)}{u_{c^T} (t+1)} > 0 \tag{4}$$

$$\frac{\partial q_{t+1}}{\partial C_{t+1}} = \frac{-q_{t+1} u_{cc} (t+1)}{u_c (t+1)} > 0. \tag{5}$$

Las asignaciones óptimas del planificador social producidas por el denominado enfoque primario generalmente son descentralizadas en la literatura mediante el uso de un impuesto contingente de estado sobre la deuda (a veces denominado impuesto pigouviano), con los ingresos reintegrados como transferencia a suma alzada. El impuesto macroprudencial óptimo sobre la deuda  $\tau_t$  se define como aquel que hace que los agentes privados en el equilibrio descentralizado con el impuesto se enfrenten al mismo costo marginal de endeudamiento que el planificador social en estados de la naturaleza en que  $\mu_t^* = 0$  y  $E_t[\mu_{t+1}^* > 0]$ . Por lo tanto, el  $\tau_t$  óptimo aplicado sobre la economía descentralizada con impuestos es simplemente el que coincide con el valor de la externalidad pecuniaria en la condición de optimalidad del planificador (3) (es decir, un programa de impuestos tal que el lado derecho de (3) y el de la correspondiente ecuación de Euler en la economía descentralizada con impuestos generan valores idénticos). El impuesto macroprudencial óptimo sobre la deuda es:

$$\tau_t = \frac{E_t \left[ \mu_{t+1}^* \kappa_{t+1} f'(t+1) \frac{\partial p_{t+1}}{\partial \tilde{C}_{t+1}} \frac{\partial \tilde{C}_{t+1}}{\partial b_{t+1}} \right]}{E_t [u'(t+1)]} \tag{6}$$

Este impuesto es estrictamente positivo, porque hereda el signo de la externalidad pecuniaria, y por lo tanto, una vez que se establece que  $\partial p_{t+1}/\partial \tilde{C}_{t+1} > 0$ , se deduce que  $\tau$  es estrictamente positivo cuando  $E_t[\mu_{t+1}^* > 0]$ .

5 Por ejemplo, la restricción de recursos estándar para el consumo de bienes transables en la configuración de dolarización de pasivos es,  $C_t^T = y_t^T - q_t b_{t+1} + b_t$ , de modo que  $\partial C_t^T / \partial b_t = 1$ .

6 En estas expresiones, se reemplaza  $p_{t+1}$  por el precio correspondiente de cada modelo y se simplifica para obtener los precios en los numeradores utilizando las condiciones de optimalidad para la asignación sectorial del consumo en la configuración de la dolarización de pasivos y la ecuación de Euler para activos, en la configuración de activos de colateral.

Los impuestos son una forma natural de descentralizar la política óptima, porque estamos tratando con una externalidad. Sin embargo, en la práctica los reguladores financieros rara vez operan con instrumentos tributarios estándares y, en la conducción de la política macroprudencial, lo que generalmente vemos es el uso de instrumentos, tales como ratios normativos de préstamo a colateral y de préstamo a ingresos, reglas para la cobertura de liquidez de los bancos o topes de capital con un elemento contracíclico. Es fácil ver que la política macroprudencial óptima se puede descentralizar en términos de razones reguladoras préstamo sobre valor y préstamo sobre ingresos en lugar de impuestos. En este caso, el objetivo sería ajustar el valor del coeficiente del colateral “no regulado”  $\kappa_t$  con un ajuste contingente en tiempo y estado que no permita que los agentes privados tomen prestado por encima de la cantidad indicada por las reglas de decisión del planificador social. Bianchi (2011) muestra cómo la política óptima también puede ser descentralizada con requisitos de capital.

Cabe señalar cuatro salvedades importantes para el caso de la política macroprudencial presentada aquí. En primer lugar, las formulaciones alternativas de la restricción del colateral pueden producir bajo endeudamiento y subsidios a la deuda (por ejemplo, Benigno et al., 2013). En segundo lugar, dependiendo de la estructura del modelo y el valor de los parámetros, puede haber múltiples equilibrios competitivos, si hay más de un valor de  $b_{t+1}$  que satisfaga la restricción del colateral con  $\mu_t > 0$  (ver Schmitt-Grohe y Uribe, 2016; Mendoza, 2005). En tercer lugar, también dependiendo de la estructura del modelo, el planificador social puede tener incentivos para intervenir no solo con política macroprudencial (es decir, la política que se aplica cuando  $\mu_t^* = 0$  y  $E_t[\mu_{t+1}^* > 0]$ ), sino también con política *ex post* (es decir, política que se aplica cuando  $\mu_t^* > 0$ ). Por ejemplo, en un modelo de dolarización de pasivos con producción, el planificador desearía reasignar insumos de bienes no transables a la producción de bienes transables cuando  $\mu_t^* > 0$ , porque esto aumenta el valor del colateral y hace que la restricción sea menos vinculante (Hernández y Mendoza, 2016). En cuarto lugar, si los valores colaterales en la fecha  $t$  están determinados en conjunto por asignaciones de fecha  $t$  y fecha  $t+1$ , los planes óptimos del planificador social pueden ser inconsistentes temporales bajo compromiso (Bianchi y Mendoza, 2016). Esta cuarta cuestión es especialmente relevante para la evaluación de políticas, porque la inconsistencia temporal socava la credibilidad de la política y se analiza a continuación.

#### IV. COMPLEJIDAD DE LA POLÍTICA ÓPTIMA EN UNA CONFIGURACIÓN DE DOLARIZACIÓN DE PASIVOS

En esta sección se utiliza un ejemplo cuantitativo específico basado en la configuración de dolarización de pasivos para ilustrar dos puntos: el primero, los modelos fisherianos producen crisis financieras con características realistas, porque encarnan un mecanismo de amplificación financiera fuerte; el segundo, estos modelos arrojan resultados muy favorables sobre la efectividad de la política macroprudencial óptima, debido a grandes externalidades pecuniarias. La formulación específica del modelo de dolarización de pasivos se basa en Hernández y Mendoza (2017), que a la vez se deriva de Bianchi et al. (2016).

## 1. Modelo de dolarización de pasivos con producción y *shocks* no convencionales

Considérese una economía pequeña y abierta en la que los agentes producen y consumen bienes transables y no transables. Un hogar representativo elige secuencias de  $b_{t+1}$ ,  $c_t^T$  y  $c_t^N$  para resolver el siguiente problema de optimización:

$$\max E_0 \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \beta \frac{c_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right], \quad c_t = \left[ \omega (c_t^T)^{-\eta} + (1-\omega)(c_t^N)^{-\eta} \right]^{-\frac{1}{\eta}} \quad (7)$$

sujeto a:

$$q_t b_{t+1} + c_t^T + p_t^N c_t^N + A^T + p_t^N A^N = b_t + \pi_t^T + \pi_t^N \quad (8)$$

$$q_t b_{t+1} \geq -\kappa (\pi_t^T + \pi_t^N) \quad (9)$$

Las preferencias son estándares, con una función de utilidad CRRA (coeficiente de aversión relativa al riesgo) y un agregador de consumo CES (elasticidad de sustitución constante) para bienes transables y no transables ( $1/(1+\eta)$ , es la elasticidad de sustitución entre los dos). En el lado derecho de las restricciones de presupuesto y endeudamiento,  $\pi^T$  y  $\pi^N$  son las utilidades de la producción en las industrias de bienes transables y no transables.  $A^T$  y  $A^N$  son constantes de gasto autónomo que corresponden a inversiones y compras gubernamentales, para permitir calibrar el modelo a ratios observados de consumo sobre producto.

La empresa representativa produce bienes transables y no transables mediante el uso de bienes intermedios,  $m_t^T$  y  $m_t^N$  en cada industria, respectivamente, como el único insumo variable en funciones de producción neoclásicas estándares. Estos bienes intermedios son bienes transables con un precio relativo constante mundial de  $p^m$  en unidades de bienes de consumo transables. Las empresas eligen su demanda de insumos para maximizar las utilidades:

$$\max_{m_t^T} \pi_t^T = z_t^T (m_t^T)^{\alpha^T} - p^m m_t^T \quad (10)$$

$$\max_{m_t^N} \pi_t^N = p_t^N z_t^N (m_t^N)^{\alpha^N} - p^m m_t^N \quad (11)$$

Obsérvese que, dado que la maximización de la utilidad requerirá equiparar el valor del producto marginal de los insumos en cada sector con  $p^m$ , las utilidades totales en equilibrio (que son el colateral para la deuda) están dadas por  $\pi_t^T + \pi_t^N = (1-\alpha^T)z_t^T (m_t^T)^{\alpha^T} + (1-\alpha^N)p_t^N z_t^N (m_t^N)^{\alpha^N}$ . Por lo tanto, en equilibrio, la restricción de endeudamiento de esta economía depende de  $p^N$ , aun cuando no entra explícitamente en la restricción del colateral que los hogares “ven”.

Como anotan Bianchi et al. (2016), el modelo incluye tres tipos de *shocks*: i) los *shocks* estándares a la productividad total de factores (PTF) afectan a ambos productores,  $z_i^i$  porque  $i=N, T$ ; ii) noticias ruidosas sobre los fundamentos futuros en forma de señal  $s_t$  recibidas en la fecha  $t$  sobre la PTF en la fecha  $t+1$  en el



sector de transables  $z_{t+1}^T$ , y iii) cambios en la liquidez global, modelados como cambios de régimen en la tasa de interés mundial, que es la inversa de  $q_t$ . La justificación para introducir estos dos *shocks* “no convencionales” es capturar los efectos de las condiciones en los mercados globales (por ejemplo, noticias sobre precios de materias primas, las “fases de liquidez global” de Shin (2013)) debido a las cuales los *shocks* y decisiones de política del resto del mundo se extienden a las condiciones de estabilidad financiera y las fluctuaciones macroeconómicas locales.

Las noticias ruidosas se modelan como en Durdu et al. (2013). Las señales tienen el mismo número  $N$  de realizaciones que los *shocks* a la PTF y satisfacen la siguiente condición:

$$p(s_t = i | z_{t+1}^T = l) = \begin{cases} \theta & \text{if } i = l \\ \frac{1-\theta}{N-1} & \text{if } i \neq l \end{cases} \quad (12)$$

El parámetro  $\theta$  determina la precisión de las señales. Las noticias son perfectamente precisas si  $\theta=1$ , porque en ese caso la señal PTF particular recibida en  $t$  es exactamente la realización observada en  $t+1$ . En el otro extremo, las noticias son perfectamente no informativas si  $\theta=1/N$ , porque una señal PTF particular recibida en  $t$  tiene una probabilidad igual de estar asociada a todas las realizaciones posibles de la PTF en  $t+1$ . Los agentes utilizan estas señales para mejorar sus expectativas racionales (bayesianas) de la evolución de la PTF en el sector de los bienes transables (Bianchi et al., 2016).

Los cambios globales de liquidez se modelan como un proceso estándar de conmutación de Markov de tipo Hamilton a través de dos regímenes, uno con una tasa de interés real mundial baja (alto precio de bonos,  $q^H$ ) y otro con una tasa de interés alta. Las probabilidades de transición de un paso de la continuación de cada régimen son  $F_{HH}$  y  $F_{LL}$ , y, por lo tanto, las duraciones medias de los regímenes de liquidez alta y baja son  $1/(1-F_{LL})$  y  $1/(1-F_{HH})$ .

Es importante considerar las noticias ruidosas y los cambios de liquidez en los modelos de transmisión financiera. Por ejemplo, una buena noticia recibida en la fecha  $t$  sobre los precios de materias primas en la fecha  $t+1$  es similar a una forma de optimismo que induce a los agentes a pedir prestado más y a esperar una mayor capacidad de endeudamiento en el futuro. Si en  $t+1$  los precios efectivos son en realidad bajos, la economía puede hacerse financieramente frágil, ya que tendrá mayor deuda y apalancamiento que en ausencia de noticias ruidosas. De manera similar, si el mundo está en un régimen de liquidez elevado (por ejemplo, tras compromisos de flexibilización cuantitativa por parte de los bancos centrales de las economías avanzadas), los agentes también tienen el incentivo de asumir más deuda; de manera que, cuando se produce un cambio a baja liquidez, puede desencadenarse inestabilidad financiera, tanto en forma directa —debido a la gran reversión repentina de liquidez— como indirecta, porque los agentes tendrán una deuda y un apalancamiento más altos que cuando la tasa de interés es constante o modelada como un proceso de series de tiempo suaves.

Cuando la restricción del colateral se vuelve vinculante en el equilibrio competitivo descentralizado de esta economía, el consumo de bienes transables cae, porque el acceso al crédito es limitado. Esto, a su vez, hace bajar el precio de mercado de los no transables, lo cual reduce el valor del producto marginal de los insumos en el sector  $N$ , provocando una caída de la demanda de insumos y la producción de este sector, lo que también implica que las utilidades de este sector disminuyen. La deflación fisheriana ocurre porque, a medida que el precio y los beneficios del sector  $N$  disminuyen, la restricción del colateral que afecta al hogar se vuelve más vinculante, causando un ciclo de retroalimentación, por lo cual el consumo de bienes transables cae más; el precio, la producción y las utilidades de los no transables caen más, y la restricción del colateral vincula más.<sup>7</sup>

La política financiera óptima en esta economía se caracteriza por las asignaciones que resuelven el siguiente problema recursivo del planificador socialmente eficiente (dadas las restricciones), usando  $\varepsilon$  para representar un conjunto de realizaciones de cada *shock*,  $\varepsilon=(z^T, z^N, s, q)$ :

$$V(b, \varepsilon) = \max_{b', c^T, c^N, m^T, m^N} \left[ \frac{\left( \left[ \omega(c^T)^{-\eta} + (1-\omega)(c^N)^{-\eta} \right]^{\frac{1}{\eta}} \right)^{1-\gamma}}{1-\gamma} + \beta EV(b', \varepsilon') \right] \quad (13)$$

sujeto a:

$$c^T + A^T + p^m(m^T + m^N) + qb' = b + z^T(m^T)^{\alpha^T} \quad (14)$$

$$c^N + A^N = z^N(m^N)^{\alpha^N} \quad (15)$$

$$qb' \geq -\kappa \left[ (1-\alpha^T)z^T(m^T)^{\alpha^T} + (1-\alpha^N)p^N z^N(m^N)^{\alpha^N} \right] \quad (16)$$

$$p^N = \left( \frac{1-\omega}{\omega} \right) \left( \frac{c^T}{c^N} \right)^{1+\eta} \quad (17)$$

Las restricciones (14) y (15) son las restricciones de recursos en los sectores  $T$  y  $N$ , respectivamente. La restricción (16) es la restricción del colateral a la que se enfrenta el planificador, que internaliza que las utilidades en equilibrio corresponden a la parte  $(1-\alpha^i)$ , para  $i = N, T$  de la producción de cada sector en unidades de bienes transables. La restricción (17) es una restricción de implementabilidad que corresponde a la condición de optimalidad para asignaciones sectoriales de consumo en el equilibrio competitivo. Intuitivamente,

---

<sup>7</sup> Nótese que, dado que disminuye la producción de no transables, para que el precio relativo caiga, el efecto de la restricción del colateral que reduce el consumo de transables debe ser mayor que el descenso del consumo de no transables implícito en la caída de la producción de no transables. Además, existe la posibilidad de multiplicidad de equilibrio si se mantiene una condición que exige que  $\kappa$  sea relativamente alta en comparación con el producto de  $(1+\eta)$  y la relación entre utilidades de no transables y consumo de transables.

el planificador, al reconocer la conexión entre el precio de los no transables y la capacidad de endeudamiento, tiene en cuenta que sus planes óptimos deben ser coherentes con los precios que pueden sostenerse como un resultado de mercado en que los mercados siguen siendo privados y competitivos.

Siguiendo los argumentos de la sección anterior, podemos concluir que esta economía presenta la misma externalidad pecuniaria según la cual el planificador internaliza el efecto de la opción de préstamo de hoy sobre el valor del colateral de mañana, cuando la restricción del colateral es vinculante. Derivando las condiciones de optimalidad del equilibrio descentralizado y del problema del planificador, y comparándolas a la luz de los argumentos de la sección II, podemos obtener la siguiente expresión para la ecuación de Euler del planificador para bonos:

$$q_t u_{c^T}(t) = \beta E_t \left[ u_{c^T}(t+1) + \mu_{t+1}^* \kappa (1 + \eta) \frac{p_t^N (1 - \alpha^N) z_t^N (m_t^N)^{\alpha^N}}{c_t^T} \right] \quad (18)$$

El segundo término entre paréntesis en el lado derecho de esta expresión corresponde a la externalidad pecuniaria de este modelo cuando la restricción no vincula hoy, pero puede vincular mañana en algunos estados de la naturaleza. Una vez más, siguiendo los argumentos de la sección 1, esta externalidad produce el siguiente impuesto macroprudencial óptimo sobre la deuda:

$$\tau_t^b = \frac{E_t \left[ \mu_{t+1}^* \kappa (1 + \eta) \frac{p_t^N (1 - \alpha^N) z_t^N (m_t^N)^{\alpha^N}}{c_t^T} \right]}{E_t [u_{c^T}(t+1)]} \quad (19)$$

Sin embargo, en esta economía no solo hay política macroprudencial (es decir, *ex ante*), sino también política financiera en un sentido más amplio, porque el planificador también tiene el incentivo de intervenir cuando la restricción del colateral es vinculante en la fecha  $t$ . En particular, cuando la restricción vincula, el planificador considera óptimo introducir cuñas en las condiciones de asignación de factores, como sigue:

$$\alpha^N p_t^N z_t^N (m_t^N)^{\alpha^N - 1} = p^m \left[ \frac{\lambda_t}{\lambda_t + \mu_t^* \kappa (1 - \alpha^N) \left( 1 - \left( \frac{p_t^N c_t^N + c_t^T}{c_t^T} \right) \left( 1 + \frac{A^T}{c_t^N} \right) \right)} \right] \quad (20)$$

$$\alpha^T z_t^T (m_t^T)^{\alpha^T - 1} = p^m \left[ \frac{\lambda_t}{\lambda_t + \mu_t^* \kappa (1 - \alpha^T)} \right] \quad (21)$$

En estas expresiones,  $\lambda$  denota el multiplicador de Lagrange en la restricción de recursos para los transables. La cuña en la condición de asignación de factores del sector  $N$  —el término entre corchetes en la condición (20)— es menor que

uno, porque el segundo término del denominador es negativo. La cuña en la asignación de factores del sector  $T$ —el término entre corchetes en la condición (21)— es mayor que uno, porque el segundo término del denominador es positivo. Por lo tanto, el costo marginal social de asignar insumos para producir bienes  $N$  ( $T$ ) es mayor (menor) que el costo marginal privado ( $p^m$ ), porque el planificador se da cuenta de que, al reasignar los insumos y la producción de esta manera, se puede sostener el valor del colateral, lo que es socialmente valioso cuando la restricción del colateral vincula. Estas asignaciones de factores socialmente óptimas pueden descentralizarse imponiendo los siguientes impuestos contingentes de tiempo y estado  $\tau_t^N$  (subsidios  $s_t^T$ ) al sector  $N$  ( $T$ ):

$$\tau_t^N = \left[ \frac{\lambda_t}{\lambda_t + \mu_t^* \kappa(1 - \alpha^N) \left( 1 - \left( \frac{p_t^N c_t^N + c_t^T}{c_t^T} \right) \left( 1 + \frac{A^T}{c_t^N} \right) \right)} \right] - 1 \quad (22)$$

$$s_t^T = 1 - \left[ \frac{\lambda_t}{\lambda_t + \mu_t^* \kappa(1 - \alpha^T)} \right] \quad (23)$$

La restricción presupuestaria del gobierno en esta configuración es  $Tr_t = -\frac{\tau q_t b_{t+1}}{1 + \tau} + \tau_t^N m_t^N - s_t^T m_t^T$ , donde  $Tr_t$  es un impuesto (si es negativo) o transferencia (si es positiva) a suma alzada a las personas. Obsérvese que si  $Tr_t < 0$ , el supuesto de un gravamen a suma alzada puede ser molesto porque le da al gobierno un mecanismo libre de distorsión para reasignar recursos. En tal caso, sería más razonable exigir al gobierno que aumente los ingresos necesarios para pagar las políticas financieras óptimas utilizando impuestos distorsionadores y tome en consideración esta distorsión adicional al diseñar la política óptima. Este es solo un problema en estados en que la restricción del colateral es vinculante y si los ingresos recaudados por el impuesto a la deuda macroprudencial y el impuesto a los productores de no transables es menor que el costo de la subvención a los productores de transables.

## 2. Resultados cuantitativos

Hernández y Mendoza (2017) calibran el modelo utilizando datos para Colombia (las aplicaciones anteriores del modelo de dolarización de pasivos han utilizado datos para México y Argentina). Los valores de los parámetros se enumeran en el cuadro 1 y los detalles de la calibración están disponibles en su artículo. Resuelven el modelo utilizando métodos globales no lineales (un algoritmo de iteración de tiempo con la restricción ocasionalmente vinculante, *shocks* de noticias y cambio de régimen en la tasa de interés adaptada del trabajo de Bianchi et al., 2016). Nos interesan dos características de los resultados. En primer lugar, el mecanismo de amplificación fisheriana produce crisis financieras con características realistas. En segundo lugar, la política financiera óptima (intervención tanto macroprudencial como *ex post*) es muy eficaz para reducir la frecuencia y magnitud de las crisis y aumentar el bienestar social.

**Cuadro 1****Calibración del modelo de dolarización de pasivos**

Parámetro		Valor	Objetivo
Aversión al riesgo	$\gamma$	2,000	Valor estándar
Elasticidad de sustitución	$\eta$	0,415	Bianchi et al. (2016)
Agregador del consumo	$\omega$	0,415	Fracción de productos transables
Precisión de las noticias	$\theta$	2/3	Bianchi et al. (2016)
Insumos transables en sector transable (%)	$\alpha T$	0,420	Promedio insumos transables en producto bruto transable (%)
Insumos transables en sector no transable (%)	$\alpha N$	0,158	Promedio insumos transables en producto bruto no transable (%)
Autocorrelación productos transables	$\rho_z^T$	0,845	Autocorrelación del producto
Desviación estándar productos transables	$\sigma_z^T$	0,016	Volatilidad del producto
Tasa de interés real, baja liquidez	$R^b$	1,013	Bianchi et al. (2016)
Tasa de interés real, alta liquidez	$R^l$	0,992	Bianchi et al. (2016)
Prob. de continuidad, baja liquidez	$F_{HH}$	0,983	Bianchi et al. (2016)
Prob. de continuidad, alta liquidez	$F_{LL}$	0,900	Bianchi et al. (2016)
Factor de descuento	$\beta$	0,989	Activos externos netos / PIB, promedio de Colombia
Activos prendables (%)	$\kappa$	0,850	Probabilidad de crisis

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 2****Comparación de equilibrios con y sin política financiera**

Momentos de largo plazo	(1) DE	(2) SP	(3) ICO	(4) IC PPO
$E(B/Y)$	77,35%	74,95%	70,86%	75,7%
$\sigma(CA/Y)$	0,023	0,009	0,019	0,022
Ganancia de bienestar	n.d.	1,38%	0,9%	0,4%
Probabilidad de crisis	2,80%	0,00%	1,39%	2,48%
$Pr(\mu_t > 0)$	15,57%	4,95%	11,92%	14,60%
Momentos de crisis financiera				
$\Delta C$	-6,03%	-1,57%	-5,24%	5,42%
$\Delta TCR$	-7,99%	-1,08%	-7,93%	-7,35%
$\Delta CA/Y$	7,70%	-0,31%	3,42%	6,43%
$E[\tau]$ pre crisis	n.d.	0,1%	0,1%	0,3%
$E[s^2]$ pre crisis	n.d.	0,1%	0,0%	0,0%
$E[\tau^N]$ pre crisis	n.d.	0,8%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

Notas: (1) Equilibrio descentralizado sin intervención de políticas. (2) Equilibrio del planificador social con política financiera óptima. (3) Impuesto constante optimizado. (4) Impuesto constante fijado en promedio de políticas óptimas.

El cuadro 2 presenta momentos clave que resumen características de las crisis financieras, tanto del equilibrio descentralizado sin intervención política (DE) como del equilibrio del planificador social con la política financiera óptima (SP), junto con resultados adicionales sobre reglas de política más sencillas, que se analizarán más adelante. Consideremos primero las características de las crisis financieras en el DE. Las crisis ocurren con una probabilidad de 2,8%, como una implicancia del objetivo de calibración para el valor de  $\kappa$ . En promedio, cuando se produce una crisis financiera (definiendo crisis financiera como en los estudios empíricos, en términos de cambios superiores en dos desviaciones estándar del flujo de crédito, que en este caso también es la cuenta corriente), los efectos del impacto son: un descenso del 6% en el consumo, un descenso de 8% del tipo de cambio real y una reversión de la cuenta corriente de casi 800 puntos base. Así, la amplificación financiera produce crisis con características realistas en términos de respuestas del consumo y de la cuenta corriente, en comparación con características reales de paradas repentinas en economías emergentes (Mendoza, 2010).

Las externalidades globales a través de cambios de régimen en la tasa de interés y/o noticias ruidosas sobre la productividad futura del sector transable (o términos de intercambio futuros), juegan un papel importante en estos resultados. En particular, como se documentó anteriormente en los resultados de Bianchi et al. (2016), en todos los eventos de crisis financiera incluidos en el modelo, la realización de  $z_t$  es baja, pero la señal sobre esta realización es media o buena en aproximadamente 1/3 de las crisis. Por lo tanto, las noticias positivas sobre fundamentos globales que resultan ser “falso optimismo” *ex post* es una fuente de inestabilidad financiera.

La comparación del DE vs. SP en el cuadro 2 (columnas 1 y 2) muestra que la política óptima es muy efectiva en esta configuración. Las crisis se eliminan por completo (es decir, los cambios en la cuenta corriente de magnitudes comparables a las del DE se convierten en eventos de probabilidad cero). Cuando se enfrentan a *shocks* de igual magnitud que la economía del DE en los estados de crisis, las respuestas del consumo y del tipo de cambio real son mucho menores y la cuenta corriente casi no cambia. El bienestar social, medido como una variación compensatoria del consumo que hace que los agentes sean indiferentes entre el DE y el DP en términos de utilidad de por vida esperada, es 1,4% más alto en la economía de SP, lo que representa una significativa ganancia de bienestar.

El promedio del impuesto a la deuda macroprudencial y el subsidio a la producción de bienes transables es en torno a 0,1% (en el año anterior a que una crisis financieras golpee a la economía de DE para hacerlas comparables), mientras el impuesto a la producción de no transables es de 0,8%. Los impuestos sobre la deuda se utilizan con mayor frecuencia, con una probabilidad a largo plazo de casi 12%, mientras que la probabilidad a largo plazo de utilizar el impuesto y el subsidio a la producción, que son estados en los que  $\mu_t > 0$ , es de aproximadamente 5%.

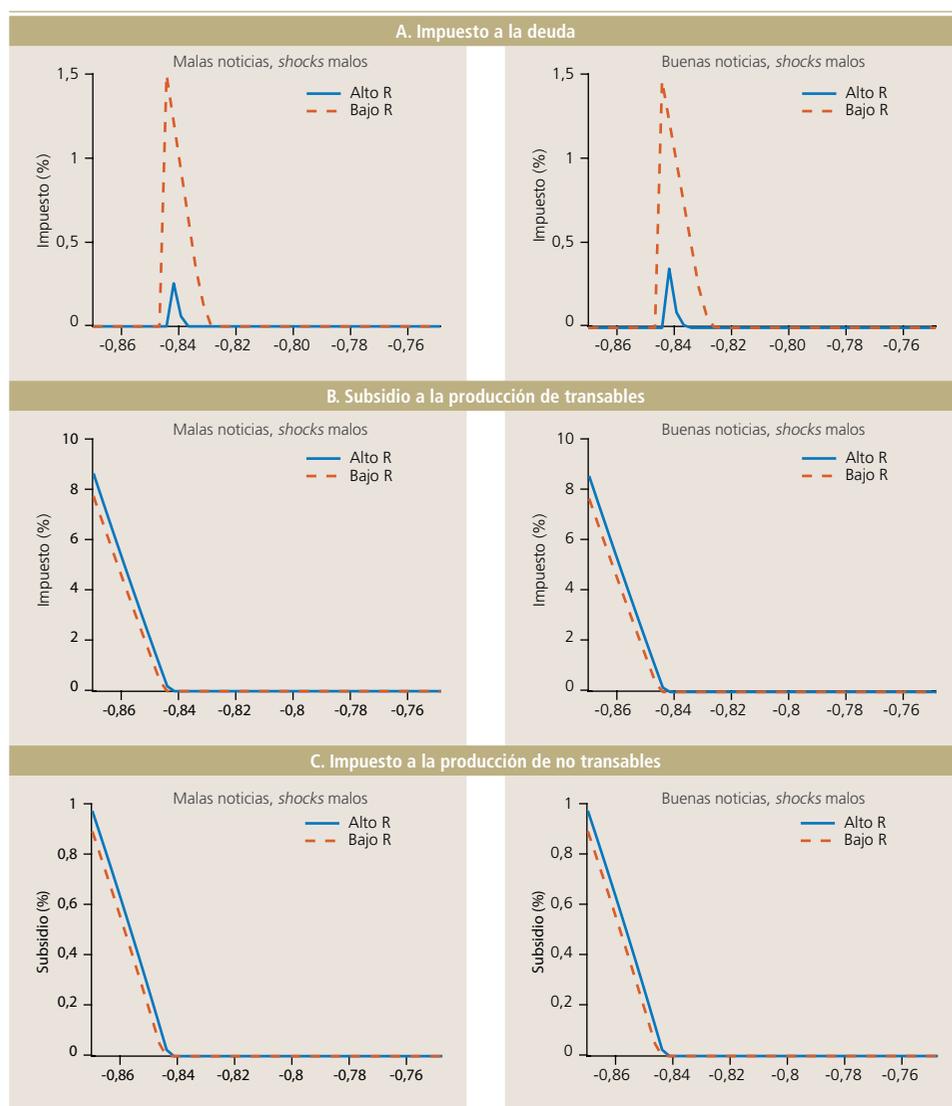
Hernández y Mendoza (2017) y Bianchi et al. (2016) documentan en detalle la complejidad de las políticas óptimas mediante el estudio de la variación de los impuestos óptimos, tanto en la dimensión temporal como en las tablas de impuestos entre valores de deuda y realizaciones de los diversos *shocks*. El



gráfico 2 ilustra parte de esta complejidad mostrando los programas de política óptimos como funciones del valor de  $b$  para regímenes con altas tasas de interés mundial ( $R$ ) (curvas continuas azules) y bajas (curvas discontinuas rojas) en pares de paneles para cada impuesto, que corresponden a malas noticias y buenas noticias en  $s$ , ambas coincidentes con malas realizaciones de  $z$ .

Gráfico 2

### Complejidad de la política óptima



Fuente: Elaboración propia.

Las políticas óptimas incluyen variaciones grandes y no lineales. Cuando  $b$  es suficientemente alto para que la restricción del colateral sea de poca relevancia, las tres cuñas en las condiciones de optimalidad del planificador son cero, y todos los impuestos son cero. Cuando el valor de  $b$  es suficientemente bajo para que la restricción sea vinculante en  $t+1$  con alguna probabilidad (para el impuesto sobre la deuda) o en  $t$  (para el impuesto y subsidio a la producción), los instrumentos de política se activan y sus valores aumentan a medida que  $b$  cae (a medida que la deuda aumenta). Los impuestos óptimos sobre la deuda pueden ser tan altos como 1,4%, los subsidios óptimos a los productores de transables pueden llegar a un poco más del 1%, y los impuestos óptimos sobre los productores de no transables pueden llegar al 10%.

A la luz de la complejidad de la política óptima, considérese en cambio normas de política más simples en forma de impuestos constantes. En primer lugar, la columna (3) del cuadro 2 muestra los resultados para el caso en que los impuestos sean “optimizados”, en el sentido de encontrar el triple  $(\tau, s^T, \tau^N)$  que alcanza el mayor bienestar social mediante el uso de una rutina simple a partir de los impuestos promedio de la política óptima. Puesto que esto es computacionalmente intensivo, la columna (4) presenta resultados para el caso en que los impuestos se fijan simplemente en los promedios de la política óptima.

Los resultados de estas dos reglas simples muestran los riesgos significativos incorporados al uso de instrumentos de política financiera y la importancia de desarrollar modelos cuantitativos confiables para evaluar estas políticas. Estas dos reglas son menos eficaces que la política óptima por márgenes considerables, pero en particular la eficacia de la regla más simple establecida para los promedios de la política óptima es mínima. En relación con el DE sin política de la columna 1, la frecuencia de crisis cae de 2,8 a 2,5%, la ganancia de bienestar es de solo 0,4% y la magnitud del impacto sobre el consumo, el tipo de cambio real y la cuenta corriente, cuando golpea una crisis son solo levemente más débiles. Por otra parte, hay muchos triples de valores de instrumentos de política que pueden efectivamente convertir pérdidas de bienestar, de modo que la economía está mejor cuando se expone al riesgo de 2,8% de crisis financiera que con impuestos constantes subóptimos.

## V. CREDIBILIDAD Y POLÍTICA ÓPTIMA Y CONSISTENTE TEMPORAL EN UNA CONFIGURACIÓN DE ACTIVOS DE COLATERAL

En esta sección, ofrecemos un ejemplo cuantitativo de la configuración de activos de colateral. A partir de los resultados obtenidos por Bianchi y Mendoza (2016), documentamos que nuevamente en este entorno, los modelos fisherianos producen crisis financieras con rasgos realistas. Asimismo, los autores demuestran que la política financiera óptima bajo compromiso es inconsistente en el tiempo y, por lo tanto, su credibilidad es un problema, pero que la política óptima y consistente temporalmente de un regulador financiero que no puede comprometerse con políticas futuras, todavía puede ser muy eficaz. Nuevamente, sin embargo, la complejidad es un obstáculo y hay un gran conjunto de “reglas de política financiera sencillas” que son mucho menos eficaces que la política

óptima, y que en realidad pueden reducir el bienestar en relación con la economía descentralizada sin regulación.

## 1. El modelo Bianchi-Mendoza y la inconsistencia temporal de la política financiera

Considérese nuevamente una economía pequeña y abierta con acceso a los mercados de crédito mundiales, pero ahora suponiendo que los agentes privados usan como colateral un activo físico con oferta fija (por ejemplo, terrenos o vivienda). Para permitir que la restricción del colateral afecte a la oferta agregada, suponemos que los agentes operan una tecnología de producción que requiere de nuevos bienes intermedios cuyo precio es determinado a nivel mundial; sin embargo, ahora la restricción es importante para la producción, ya que una fracción del costo de los insumos debe pagarse por anticipado con préstamos de capital de trabajo, y estos préstamos también están sujetos a la restricción del colateral. Sin pérdida de generalidad, combinamos los problemas de optimización de hogares y empresas con el problema de optimización de un “hogar-empresa” representativo.

El agente representativo elige secuencias de consumo y tenencia de bonos como en el modelo de la sección III, pero además elige secuencias de tenencias de activos,  $k_{t+1}$ , oferta de mano de obra,  $h_t$ , y bienes intermedios,  $m_t$ , para resolver el siguiente problema de optimización restringida:

$$\max E_0 \left[ \beta^t \frac{\left( c_t - \chi \frac{h^{1+\omega}}{1+\omega} \right)^{1-\sigma}}{1-\sigma} \right], \quad \omega > 0, \sigma > 1 \quad (24)$$

sujeto a:

$$q_t k_{t+1} + c_t + \frac{b_{t+1}}{R_t} = q_t k_t + b_t + [z_t k_t^{\alpha k} m_t^{\alpha m} h_t^{\alpha h} - p^m m_t], \quad (25)$$

$$\alpha k, \alpha m, \alpha h \geq 0, \alpha k + \alpha m + \alpha h \leq 1$$

$$\frac{b_{t+1}}{R_t} - \theta p^m m_t \geq -\kappa_t q_t k_t, \quad 0 \leq \theta \leq 1 \quad (26)$$

La función de utilidad es nuevamente la aversión al riesgo relativa constante (CRRA), pero ahora su argumento es la función de utilidad de Greenwood, Hercowitz y Huffman (1988), que elimina el efecto riqueza sobre la oferta de mano de obra, haciendo que la tasa marginal de sustitución entre consumo y trabajo dependa solo de este último. El parámetro  $\omega$  determina la elasticidad Frisch de la oferta de mano de obra. El lado izquierdo de la restricción presupuestaria (25) indica que el hogar-empresa representativo utiliza los ingresos para comprar activos (a precio  $q_t$ ), bienes de consumo y bonos. El lado derecho señala que las fuentes de ingresos son el valor de las tenencias de activos corrientes, el pago de las tenencias de bonos corrientes y las utilidades de la producción (producto bruto menos el costo de bienes intermedios). La función de producción bruta

utiliza activos, insumos intermedios y mano de obra para generar producción. La función de producción es estándar:  $F(k_t, m_t, h_t) = k_t^{\alpha k} m_t^{\alpha m} h_t^{\alpha h}$ . Los insumos se compran en los mercados mundiales a un precio constante  $p^m$ . Dado que el mismo agente representativo suministra y demanda mano de obra, el ingreso del trabajo se incluye en la producción bruta y el salario se elimina con el ingreso salarial en la restricción (25).

La restricción del colateral (26) plantea que la deuda total, incluidos la deuda de un período y el financiamiento del capital de trabajo dentro del período, no puede exceder la fracción  $\kappa$ , del valor actual de los activos colaterales. Se necesita capital de trabajo para pagar por adelantado por una fracción  $\theta$  del costo total de los bienes intermedios. Obsérvese que la temporización del capital de trabajo es diferente de la configuración estándar de capital de trabajo de Fuerst (1992), en la que la tasa de interés neta ingresa como servicio de la deuda en el capital de trabajo y, por lo tanto, forma parte del precio de los insumos. Esto mejoraría la transmisión financiera operando en el modelo vinculando directamente la tasa de interés con el costo de los insumos. En cambio, aquí los préstamos de capital de trabajo se obtienen y pagan dentro del período de producción, por lo que, a menos que la restricción del colateral sea vinculante, el capital de trabajo es neutral.

Este modelo tiene tres *shocks*. Los *shocks* internos estándar de PTF en la producción bruta,  $z_t$ , y dos *shocks* que capturan los efectos de las externalidades globales, a saber: los *shocks* mundiales de la tasa de interés real,  $R_t$ , y los *shocks* a la capacidad de colateralizar los activos en deuda,  $\kappa_t$ . Los *shocks* de tasas de interés son modelados como proceso de Markov estacionario estándar que se ajusta a los datos de series de tiempo de Estados Unidos sobre los tipos de interés real a corto plazo y, por lo tanto, pueden ser vistos como *proxy* del mecanismo que impulsa los efectos indirectos de los cambios en la política monetaria estadounidense. Los *shocks* a  $\kappa_t$  se establecen siguiendo el mismo enfoque para modelar los *shocks* globales de liquidez, como en los ejemplos de dolarización de pasivos. Por lo tanto,  $\kappa_t$  sigue un proceso de Markov de cambio de régimen de dos puntos ( $\kappa^h > \kappa^l$ ), con  $\kappa^h$  correspondiente al régimen de liquidez alta. Obsérvese que, como se muestra en la sección IV y en otras partes de la literatura (por ejemplo, Mendoza, 2010), no se requieren *shocks* a  $\kappa$  para que los modelos fisherianos tengan una fuerte amplificación y produzcan crisis financieras en aplicaciones cuantitativas. Estos se utilizan en esta configuración de activos colaterales para captar los efectos de las fluctuaciones observadas en la disponibilidad de crédito y ratios de préstamo sobre colateral impulsadas por mercados de capitales globales.

La oferta agregada de capital es  $K=1$ . Se desprende, entonces, que el equilibrio competitivo satisface la ecuación de Euler (2) y, además, las siguientes condiciones:

$$z_t F_h(1, h_t, m_t) = \chi h_t^{\omega} \quad (27)$$

$$z_t F_m(1, h_t, m_t) = p^m \left( 1 + \theta \frac{u_t}{u_c(t)} \right) \quad (28)$$

$$q_t u_c(t) = \beta E_t [u_c(t+1)(d_{t+1} + q_{t+1}) + \kappa_{t+1} \mu_{t+1} q_{t+1}], \quad d_{t+1} \equiv z_{t+1} F_k(1, h_{t+1}, m_{t+1}) \quad (29)$$

Si la restricción del colateral no es vinculante en  $t$  y  $t+1$ ,  $\mu_t = \mu_{t+1} = 0$  y las condiciones anteriores serán estándar. La condición (27) equipara el producto marginal del trabajo con la desutilidad marginal del trabajo, que también es el salario real. La condición (28) equipara el producto marginal de los bienes intermedios con  $p^m$ . La condición (29) se reduce a una ecuación estándar de Euler para los activos, igualando el costo marginal y el beneficio de comprar una unidad extra de activos.

Si  $\mu_t > 0$ , la restricción del colateral aumenta efectivamente el costo marginal de los bienes intermedios en la condición (28) en la cantidad  $\theta \mu_t / u_c(t)$ , lo que reduce la demanda de insumos y, por consiguiente, resulta en efectos adversos sobre la asignación de factores y en la producción cuando la restricción es vinculante. En estos estados, la amplificación financiera golpea la oferta agregada porque, aunque  $R_t$  y  $\kappa_t$  no cambian, un *shock* PTF de un tamaño dado tiene un efecto más negativo sobre la demanda de insumos y producción si la restricción es vinculante que si no lo es.

Si  $\mu_{t+1} > 0$ , el beneficio marginal de la acumulación de activos aumenta porque, si se espera que la restricción vincule en el período siguiente, el agente representativo toma en cuenta que mantener más activos aumenta su capacidad de endeudamiento. Obsérvese que esto es distinto a internalizar los efectos de precios de los planes óptimos, ya que se relaciona con el efecto de mantener más  $k_{t+1}$  sobre la restricción del colateral en  $t+1$ , no los efectos sobre los precios de activos en  $t$  o en  $t+1$ .

¿Cómo afectan a los precios de los activos las restricciones del colateral vinculantes? Esto es más difícil de explicar, debido al carácter prospectivo de la fijación de precios de activos. Siguiendo a Bianchi y Mendoza (2016), si aplicamos el tratamiento matemático estándar de los modelos de precios de activos de equilibrio a las condiciones con el fin de obtener expresiones para la solución anticipada de los precios de los activos y la prima de equidad, podemos obtener los siguientes resultados:

$$q_t = E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[ \prod_{i=0}^j E_{t+i} (R_{t+1+i}^q) \right]^{-1} d_{t+1+j}, \quad R_{t+1+i}^q \equiv \frac{d_{t+1+i} + q_{t+1+i}}{q_{t+i}} \quad (30)$$

$$E_t [R_{t+1}^q - R_t] = \frac{1}{E_t (sdf_{t+1})} \left[ \frac{\mu_t}{u_c(t)} - E_t (\phi_{t+1} sdf_{t+1}) - \text{cov}_t (R_{t+1}^q, sdf_{t+1}) \right] \quad (31)$$

$$sdf_{t+1} = \frac{\beta u_c(t+1)}{u_c(t)}, \quad \phi_{t+1} \equiv \kappa_{t+1} \frac{\mu_{t+1}}{u_c(t)} \frac{q_{t+1}}{q_t}$$

En estas expresiones,  $sdf$  es el factor de descuento estocástico entre las fechas  $t$  y  $t+1$ , y  $\phi t$  es un término que captura el efecto de las ganancias de capital sobre el valor marginal del colateral cuando la restricción es vinculante.

La ecuación (30) se asemeja a una solución anticipada estándar para los precios de activos: el precio de activos es igual al valor actual descontado de los dividendos descontados utilizando la tasa de retorno sobre el patrimonio neto. Sin embargo, las tasas de los dividendos y los retornos de las acciones se ven afectados por la restricción del colateral. Los efectos sobre los flujos de dividendos son el resultado del mayor costo marginal de los insumos cuando la restricción del colateral es vinculante, como ya se explicó. Los efectos en los retornos de las acciones pueden deducirse de la expresión de prima de capital (31). Si la restricción del colateral *nunca* es vinculante, la prima de equidad se reduce a la expresión estándar determinada por  $\text{cov}_t(R_{t+1}^q, \text{sdf}_{t+1})$ . Pero cuando la restricción del colateral es vinculante en la fecha  $t$  y se espera que vincule al menos en algunos estados de la naturaleza en  $t+1$ , los retornos de excedentes responden con tres efectos definidos por cada uno de los tres términos en los corchetes del lado derecho de (31), identificados por Bianchi y Mendoza (2016). El primer término representa un “efecto de liquidez”, porque los activos tendrán una prima más alta cuando la restricción vincule en la fecha  $t$ , debido a la capacidad de endeudamiento adicional (es decir, liquidez) que proporcionan en ese mismo período. Este efecto siempre aumenta los retornos esperados cuando la restricción es vinculante. El segundo término representa un “efecto de colateral”, en términos del beneficio que ofrece comprar más activos en la fecha  $t$  al mejorar la capacidad de endeudamiento en  $t+1$ , si la restricción vincula entonces (notar que  $\phi_{t+1}$  es positivo solo si  $\mu_{t+1} > 0$ ). Este efecto reduce los retornos excesivos. El tercer efecto es un efecto de segundo orden que opera a través de la covarianza condicional entre los retornos de los activos y la utilidad marginal. Este efecto puede contribuir a aumentar o reducir los retornos excesivos. Por una parte, esperar que la restricción del colateral sea vinculante en  $t+1$  hace más difícil suavizar el consumo, lo que hace que la covarianza sea “más negativa”. Por otra parte, con la restricción ya vinculante en  $t$ , la covarianza puede aumentar a medida que la restricción se endurece.

El efecto neto de los tres efectos anteriores sobre los retornos excedentes es ambiguo, pero en aplicaciones cuantitativas generalmente domina la prima de liquidez, lo que empuja bruscamente los retornos de los activos hacia arriba cuando la restricción es vinculante. A la vez, retornos más altos implican un descuento más fuerte de los dividendos, que a la vez implican una caída en  $q_t$ . Esto se retroalimenta en una restricción más estricta a medida que cae el valor del colateral, siguiendo la dinámica de deflación fisheriana. También es importante señalar que, a diferencia de la configuración de la dolarización de pasivos, dado que los precios de los activos son prospectivos,  $q_t$  es afectado por las expectativas de que la restricción se vuelva vinculante (es decir, que los retornos de las acciones suban) en cualquier fecha futura a lo largo de la trayectoria de equilibrio, no solo en la fecha  $t$  o  $t+1$ .

El problema del planificador social de un regulador eficiente sujeto a restricciones en esta configuración puede formularse de la siguiente manera, nuevamente usando  $\varepsilon$  para indicar un vector de las realizaciones de los tres *shocks*  $\varepsilon = (z, R, \kappa)$  para simplificar:

$$V(b, \varepsilon) = \max_{c, b', h, m} \left[ \frac{\left( c - \chi \frac{h^{1+\omega}}{1+\omega} \right)^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \beta E[V(b', \varepsilon')] \right] \quad (32)$$

$$c + \frac{b'}{R} = b + [z1^{\alpha k} m^{\alpha m} h^{\alpha h} - p^m m] \quad (33)$$

$$\frac{b'}{R} - \theta p^m m \geq -\kappa q \quad (34)$$

$$q u_c \left( c - \chi \frac{h^{1+\omega}}{1+\omega} \right) = \beta E \left[ u_c \left( \hat{c}' - \chi \frac{\hat{h}'^{1+\omega}}{1+\omega} \right) \left( z' F_k(1, \hat{m}', \hat{h}') + \hat{q}' \right) + \kappa' \hat{\mu}' \hat{q}' \right] \quad (35)$$

Los planificadores son benevolentes, de modo que maximizan la utilidad privada. Enfrentan la restricción de recursos de la economía (ecuación 33) y el equivalente agregado de la restricción del colateral (ecuación 34). Además, tal como en la configuración de la dolarización de pasivos teníamos la condición de optimalidad para la asignación sectorial del consumo como restricción de implementabilidad, aquí tenemos la ecuación de Euler para las tenencias de activos del hogar-empresa representativo como restricción de implementabilidad.

La restricción de implementabilidad en el problema anterior indica que el planificador elige las asignaciones socialmente óptimas teniendo en cuenta que los valores del colateral que determinan la capacidad de endeudamiento necesitan ser apoyados como precios de equilibrio de los activos en los mercados privados competitivos. La forma en que el planificador se ocupa de este requisito es un aspecto sutil, pero fundamentalmente importante, de la caracterización de los problemas de planificación en los modelos de activos de colateral, y es la razón por la que los argumentos en el lado derecho de la restricción (35) se escriben con un “^”, como se explica en los párrafos siguientes.

La formulación de los problemas de planificación para los modelos de activos de colateral como los originalmente propuestos por Bianchi y Mendoza (2010) y Jeanne y Korinek (2010) impusieron supuestos que, manteniendo la externalidad pecuniaria destacada en la sección III, y por lo tanto el incentivo para internalizar el efecto de la opción de deuda realizada a la fecha  $t$  en precios de los activos en  $t+1$ , impidió efectivamente que el planificador social internalizara los efectos de esa misma opción de deuda sobre los precios de activos en la fecha  $t$ .<sup>8</sup> Este es un inconveniente, porque, por supuesto, si el

---

<sup>8</sup> En Bianchi y Mendoza (2010), el planificador no se enfrenta a la restricción (35) y en su lugar tiene que apoyar la misma función de fijación de precios de activos de equilibrio competitivo descentralizado sin política. En Jeanne y Korinek (2010), la ecuación de Euler para activos se introduce como restricción, pero con la función de fijación de precios modelada como una “forma reducida” que le permite al gobierno internalizar los efectos de  $b'$  en  $q'$ , pero no en  $q$ . En ambas formulaciones, por construcción, cuando el planificador está en cualquier estado  $(b, \varepsilon)$  el precio  $q(b, \varepsilon)$  es independiente de la elección de  $b'$ .

planificador puede o no encontrar óptimo utilizar su opción de deuda para modificar la fecha  $t$ , los precios de activos deben ser un resultado endógeno. De hecho, Bianchi y Mendoza (2016) muestran que en efecto el planificador tendrá incentivos para hacerlo. Pero lo que es más importante, como se verá más adelante, obligar al planificador a ignorar estos incentivos impone la consistencia temporal de la política óptima de manera *ad hoc*.

Una vez que permitimos que el planificador esté sujeto a la restricción de implementabilidad (35), el siguiente supuesto clave es si el planificador puede comprometerse con políticas futuras o no. Si el planificador puede comprometerse, las variables con “^” pueden reemplazarse por sus formas habituales sin “^”, lo que refleja la capacidad del planificador de comprometerse.<sup>9</sup> Desafortunadamente, cuando se da el caso, resulta que los planes óptimos del planificador muestran inconsistencia temporal, y dicha inconsistencia temporal se relaciona directamente con los incentivos para afectar los precios de activos al mismo tiempo que la opción de deuda cuando la restricción es vinculante. Formalmente, las condiciones de optimalidad del planificador para consumo y precios de activos bajo compromiso son:

$$\lambda_t^* = u_c(t) - \xi_t^* u_{cc}(t) q_t + \xi_{t-1}^* u_{cc}(t) [z_t F_k(t) + q_t + \kappa_t \mu_t q_t] \quad (36)$$

$$\xi_t^* = \xi_{t-1}^* [1 + \kappa_t \mu_t] + \frac{\kappa_t (\mu_t v_t^* + \mu_t^*)}{u_c(t)} \quad (37)$$

donde  $\lambda^*$ ,  $\mu^*$  y  $\xi^*$  son los multiplicadores de Lagrange del planificador con respecto a las restricciones de presupuesto, endeudamiento e implementabilidad, respectivamente;  $v^*$  es el multiplicador en la condición de holgura complementaria del planificador; y  $\mu$  es el multiplicador en la restricción de endeudamiento para agentes privados. De (37), queda claro que el multiplicador  $\xi^*$  sigue un proceso positivo, no decreciente, que aumenta cada vez que la restricción del colateral vincula. A partir de (36), el planificador valora cómo el incremento de  $c_t$  crea un *tradeoff* por el cual la restricción del colateral se debilita en la fecha  $t$ , pero se endurece en el período anterior. La combinación de estas dos características produce inconsistencia temporal. La intuición es que, si la restricción del colateral es vinculante en la fecha  $t$ , el planificador que actúa bajo compromiso promete que el consumo futuro será *menor*, ya que a través del *sdf* en la valoración de  $q_t$ , el menor  $c_{t+1}$  esperado sostiene a  $q_t$  y, por consiguiente, aumenta la capacidad de endeudamiento en  $t$ . Pero en  $t+1$ , si los planificadores tienen la opción de desviarse, encontrarán subóptimo cumplir con esa promesa. En resumen, la política financiera óptima que emerge de modelos en los cuales los activos sirven como colateral es inconsistente en el tiempo y, por consiguiente, carece de credibilidad.

---

9 El problema con compromiso también necesita, como restricciones, las condiciones de optimalidad para las asignaciones de mano de obra y bienes intermedios, y las condiciones de holgura complementarias. En principio, el problema sin compromiso también los necesita, pero es posible demostrar que estas limitaciones no son vinculantes en este caso (ver Proposición II en el Apéndice de Bianchi y Mendoza, 2016). Por la misma razón, en este trabajo se omitió estas restricciones en la formulación del problema del planificador.

A la luz de lo anterior, Bianchi y Mendoza (2016) caracterizan y resuelven las políticas óptimas de un regulador que no puede comprometerse (es decir, políticas financieras óptimas y consistentes en el tiempo). En este caso, las variables con “^” en la restricción (35) se sustituyen por funciones recursivas que representan conjeturas del regulador sobre los planes óptimos de los futuros reguladores:  $\hat{c}' = C(b', \varepsilon')$ ,  $\hat{h}' = H(b', \varepsilon')$ ,  $\hat{q}' = Q(b', \varepsilon')$ ,  $\hat{m}' = M(b', \varepsilon')$ ,  $\hat{\mu}' = M(b', \varepsilon')$ . El equilibrio recursivo del regulador se convierte en un equilibrio perfecto de Markov que satisface la condición de estacionariedad de Markov, la cual establece que las funciones recursivas que caracterizan las elecciones óptimas del regulador deben coincidir con las funciones conjeturadas del regulador para los planes óptimos de los futuros reguladores.

Esta configuración es más compleja que el marco estilizado de la sección III y el modelo de dolarización de pasivos de la sección IV, pero procediendo con los mismos pasos lógicos (es decir, derivando las condiciones de optimalidad de los problemas consistentes temporales del planificador, comparándolas con las condiciones de optimalidad del equilibrio descentralizado sin política y resolviendo para un programa de impuestos sobre la deuda que respalde las asignaciones del planificador como equilibrio descentralizado con política) arroja la siguiente expresión para el impuesto óptimo sobre la deuda:

$$\tau_t = \frac{E_t \left[ -\kappa_{t+1} \mu_{t+1}^* \frac{u_{cc}(t+1)}{u_c(t+1)} Q_{t+1} + \frac{\kappa_t \mu_t^*}{u_c(t)} \Omega_{t+1} \right]}{E_t [u_c(t+1)]} + \frac{\kappa_t \mu_t^* \frac{u_{cc}(t)}{u_c(t)} q_t}{\beta R_t E_t [u_c(t+1)]} \quad (38)$$

donde  $\Omega_{t+1}$  es una notación corta para un término que recoge todos los términos por los que la elección del planificador de  $b_{t+1}$  afecta a  $q_t$  vía los derivados de las funciones que representan las elecciones de futuros planificadores en el lado derecho de la restricción de implementabilidad (35). Véase en Bianchi y Mendoza (2016) la expresión completa y el análisis que muestra que el signo de  $\Omega_{t+1}$  es ambiguo, pero en aplicaciones cuantitativas es generalmente negativo.

Nuevamente, la política financiera óptima que implica este impuesto tiene tanto un componente de intervención macroprudencial como un componente *ex post*. El componente macroprudencial del impuesto sobre la deuda ( $\tau_t^{MP}$ ) cobrado en la fecha  $t$  es la expectativa de que la restricción del colateral puede vincular en  $t+1$ :

$$\tau_t^{MP} = \frac{E_t \left[ -\kappa_{t+1} \mu_{t+1}^* \frac{u_{cc}(t+1)}{u_c(t+1)} Q_{t+1} \right]}{E_t [u_c(t+1)]} \quad (39)$$

Nótese que este impuesto es exactamente de la forma derivada en el marco más general de la sección III (utilizando la ecuación (5) en (6), teniendo en cuenta que por estacionariedad de Markov,  $q_{t+1} = Q_{t+1}$ ). Por lo tanto, el planificador desea gravar la deuda contraída en la fecha  $t$  cuando la restricción tiene probabilidad positiva de hacerse vinculante en  $t+1$ , con el fin de ajustar el costo marginal privado del endeudamiento al costo marginal social, debido al incentivo al

endeudamiento excesivo producido por la externalidad pecuniaria. Cualquier ingreso tributario se reembolsa como transferencia a suma alzada, como se indica en la sección III.

El componente de intervención *ex post* de la política financiera ( $\tau_t^{FP}$ ) está dado por los otros dos componentes del impuesto óptimo:

$$\tau_t^{FP} = \frac{E_t \left[ \frac{\kappa_t \mu_t^*}{u_c(t)} \Omega_{t+1} \right]}{E_t [u_c(t+1)]} + \frac{\kappa_t \mu_t^* \frac{u_{cc}(t)}{u_c(t)} q_t}{\beta R_t E_t [u_c(t+1)]} \quad (40)$$

El signo aquí es ambiguo porque el signo de  $\Omega_{t+1}$  es ambiguo, pero, dado que en las aplicaciones cuantitativas  $\Omega_{t+1} < 0$ , y dado que el segundo término de este impuesto es siempre negativo, de nuevo debido a la concavidad de la función de utilidad, podemos suponer “con seguridad” que, como en la sección IV, el elemento de intervención *ex post* de la política financiera requiere subsidiar la deuda cuando la restricción del colateral ya es vinculante. El primer término de la expresión anterior indica que, suponiendo  $\Omega_{t+1} < 0$  cuando la restricción del colateral vincula, el planificador afecta las acciones de los planificadores futuros para generar un aumento en  $q_t$  tomando prestado más (bajando  $b_{t+1}$ ). El segundo término señala que, al tomar prestado más cuando la restricción es vinculante, el planificador también puede apuntalar el precio del activo porque el mayor consumo corriente reduce el denominador del *sdf* y así aumenta  $q_t$ . El numerador de este término es isomorfo en valor absoluto a aquel que determina el impuesto macroprudencial (es decir, refleja el valor sombra del aumento de la capacidad de endeudamiento que la unidad adicional de deuda genera a través de sus efectos sobre el valor del colateral), excepto que se valora a la fecha  $t$ . Con la restricción ya vinculante en la fecha  $t$ , endeudarse más en  $t$  ayuda a apuntalar el valor de la garantía al aumentar el consumo en  $t$ , mientras que si la restricción no es vinculante en  $t$  pero puede serlo en  $t+1$  con alguna probabilidad, un endeudamiento menor en la fecha  $t$  apuntala el valor del colateral en  $t+1$  si la restricción es vinculante al aumentar el consumo en  $t+1$ .

Al igual que en la configuración de dolarización de pasivos, si los dos instrumentos de política financiera resultan en un subsidio neto (es decir,  $\tau_t < 0$ ), se supone que el gobierno lo paga con impuestos de suma alzada, lo que plantea la preocupación señalada anteriormente acerca de la posibilidad de que el subsidio tuviera que pagarse con impuestos distorsionadores. El potencial para un subsidio general de la deuda surge solo en estados en que la restricción del colateral es vinculante y ya sea  $E_t[\mu_{t+1}^* = 0]$ , en cuyo caso  $\tau_t < 0$  con seguridad, ya que todavía suponemos  $\Omega_{t+1} < 0$ , o  $E_t[\mu_{t+1}^* > 0]$ , pero los ingresos del impuesto sobre la deuda macroprudencial no son suficientes para pagar los subsidios de intervención *ex post*, lo que implicaría  $\tau_t < 0$ .

## 2. Resultados cuantitativos

Bianchi y Mendoza (2016) examinan varios rasgos de las predicciones cuantitativas de este modelo, tanto en términos de la dinámica de los macroagregados y de fijación de precios de activos como en términos de

comparar soluciones sin política con soluciones con una política óptima con y sin compromiso, y con soluciones con reglas de política macroprudenciales simples. Aquí nos centramos en tres resultados claves de este trabajo: i) mostrando que una amplificación financiera en el modelo fisheriano de activos de colateral es sólida y produce crisis financieras con características realistas; ii) que la política óptima y consistente temporal (esto es, que considera la incapacidad del planificador para comprometerse con políticas futuras) conserva su eficacia para reducir la frecuencia y la magnitud de las crisis; iii) la política óptima es nuevamente un programa contingente en tiempo y estado y que políticas más sencillas, en la forma de impuestos constantes o en lo que Bianchi y Mendoza llaman “regla de Taylor macroprudencial” es mucho menos efectiva e incluso puede reducir el bienestar.

El modelo fue calibrado a datos anuales (1984-2012) para las economías de la OCDE. Se definió directamente un subconjunto de parámetros tomando de los datos reales y estimaciones encontradas en la literatura, y un segundo subconjunto mediante simulación de modelo cuadrando los objetivos de los datos. Los parámetros definidos con estos últimos son la variabilidad y la persistencia de la PTF, la participación de los activos en la producción, el factor de descuento subjetivo y las probabilidades de cambio de régimen de  $\kappa$ . Un resumen de la calibración se muestra en el cuadro 3 (ver Bianchi y Mendoza, 2016, para más detalles). Los objetivos correspondientes son la variabilidad y persistencia del PIB filtrado por HP (promedios de países OCDE), la razón préstamo sobre valor y la razón activos externos netos sobre PIB de Estados Unidos, una frecuencia de crisis del 4% y una duración media de las crisis de un año.

**Cuadro 3**

### Calibración de Bianchi y Mendoza para modelo de activos usados como colateral

Parámetros fijados en forma independiente	Valor	Fuente/ objetivo
Aversión al riesgo	$\sigma = 1$	Valor estándar
Insumos / producto bruto	$\alpha_v = 0,45$	Promedio países OCDE
Trabajo / producto bruto	$\alpha_w = 0,45$	Participación de trabajo OCDE/PIB = 0,64
Coefficiente de desutilidad laboral	$X = 0,45$	Normalización a retorno promedio $h=1$
Elasticidad de Frisch	$1/\omega = 2$	Keane y Rogerson (2012)
Coefficiente del capital de trabajo	$\theta = 0,16$	Capital de trabajo / PIB (EE.UU.) 0,133
Régimen crediticio restrictivo	$\kappa^L = 0,75$	
Régimen crediticio normal	$\kappa^H = 0,90$	Razón préstamo /valor EE.UU. precrisis
Tasa de interés	$R = 1,1\%, \rho_R = 0,68$ $\sigma_R = 1,86\%$	Bonos de Tesorería EE.UU. 90 días

Parámetros por simulación	Valor	Objetivo
Shock de PTF	$\rho_z = 0,78, \sigma_\varepsilon = 0,01\%$	Promedio OCDE para est. y autocorr. de PIB
Activos / producto bruto	$\alpha_k = 0,008$	Valor de colateral = total crédito
Factor de descuento	$\beta = 0,95$	Activos externos netos = 25%
Prob. transición $\kappa^H \alpha \kappa^L$	$P_{H,L} = 0,1$	4 crisis cada 100 años*
Prob. transición $\kappa^L \alpha \kappa^L$	$P_{L,L} = 0$	Duración de crisis: 1 año*

Fuente: Elaboración propia.

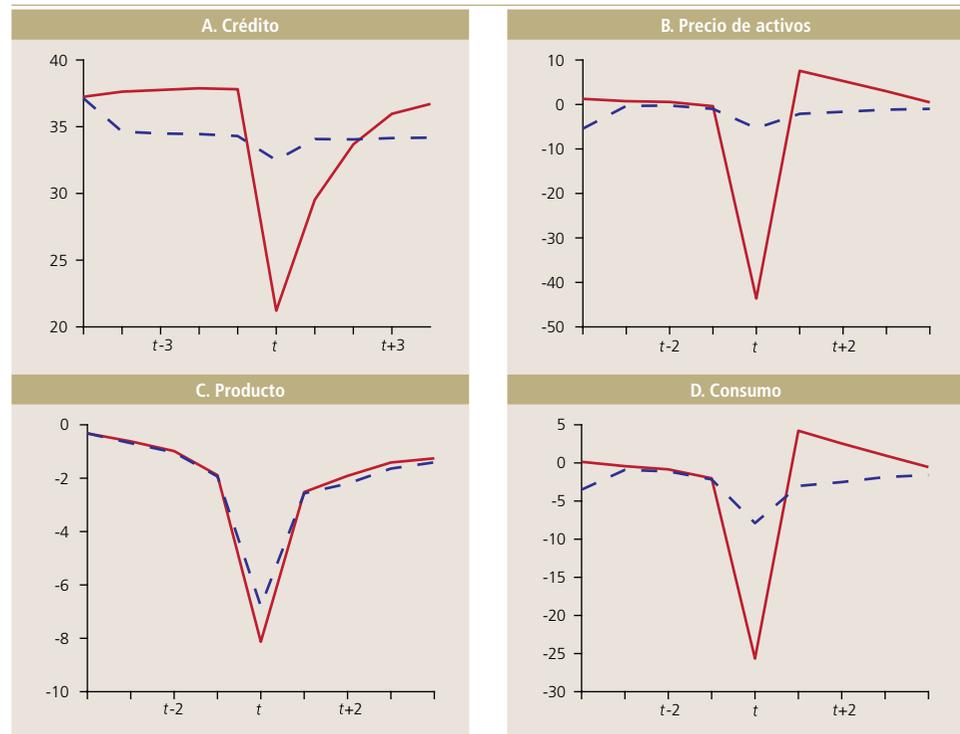
\*Ver apéndice F.2 en Bianchi y Mendoza (2016).

El gráfico 3 ilustra los efectos de la amplificación financiera fisheriana sobre la dinámica macroeconómica y la eficacia de la política óptima y coherente en el tiempo para reducir la magnitud de las crisis. El gráfico muestra cuatro ventanas de eventos para episodios de crisis financiera identificados en una simulación del modelo con series de tiempo (100.000 períodos). Las ventanas cubren nueve años, a partir de cinco años antes de que ocurra una crisis financiera. Las crisis financieras se definen utilizando la metodología propuesta por Forbes y Warnock (2012). La razón con filtro lineal de la cuenta corriente sobre el PIB se ubica dos desviaciones estándar por encima de su media.

Las curvas continuas en color rojo de las ventanas de eventos del gráfico 3 muestran los fuertes efectos fisherianos de amplificación que producen grandes caídas del crédito, los precios de activos, el producto y el consumo durante una crisis financiera. La magnitud de las caídas del precio de los activos y del producto están más o menos alineadas con los datos de la OCDE, pero las caídas del consumo y del crédito son mucho mayores, en parte porque toda la deuda intertemporal en el modelo es a un año, de manera que la restricción del crédito fuerza un ajuste sustancial en el consumo.

**Gráfico 3**

### Dinámica de una crisis con y sin política óptima



Fuente: Elaboración propia.

Las curvas discontinuas de color azul (gráfico 3) representan la dinámica de la política financiera óptima y temporalmente consistente. La política reduce drásticamente las caídas del crédito, el precio de los activos y el consumo, y también debilita la caída de la producción, aunque no tanto como en los otros casos. Esto se debe a que las crisis financieras coinciden en promedio con períodos de baja PTF y un cambio hacia  $\kappa$ , y estos dos *shocks* exógenos tienen grandes efectos adversos sobre la producción que son independientes de la intervención de la autoridad. Además, a diferencia del caso de la política financiera *ex-post* del planificador visto en la sección V, el planificador sin compromiso del modelo de activos de colateral no tiene facultades para abordar las condiciones de la asignación de factores.

Cuando la restricción del colateral es vinculante, el costo marginal de los insumos aumenta tanto para los agentes privados como para el planificador, pero las condiciones de optimalidad de ambos tienen la misma forma. Sin embargo, dado que el  $\mu^*$  del planificador difiere del  $\mu$  de los agentes privados, el planificador puede querer intervenir en los mercados de factores cuando la restricción es vinculante; sin embargo, como demuestran Bianchi y Mendoza (2016), las condiciones de optimalidad para la asignación de factores de agentes privados son limitaciones no vinculantes para el planificador social no comprometido.

La política óptima también es muy efectiva para reducir la frecuencia de crisis y genera una ganancia de bienestar no trivial. Las crisis financieras tienen una probabilidad endógena de 4% en el equilibrio competitivo sin política, versus apenas 0,02% con la política óptima consistente en el tiempo. La política óptima genera —en promedio— una ganancia de bienestar de 0,30%.

Como la restricción al colateral es rara vez vinculante, pero la expectativa de que pueda serlo en  $t+1$  cuando no lo es en  $t$  es un evento frecuente (con probabilidad del 94% en el estado estacionario estocástico con la política óptima), el elemento cuantitativamente relevante de la política es el impuesto a la deuda macroprudencial ( $\tau_t^{MP}$ ). La complejidad de este impuesto bajo la política óptima consistente en el tiempo se ilustra en el gráfico 4. El panel A muestra cómo varía el impuesto con la posición en bonos de la economía en “buenos” estados de naturaleza. El impuesto varía en forma no lineal entre 0 y 13%. El panel B muestra la dinámica de series de tiempo del impuesto cerca de las crisis. El impuesto sube en los años previos a la crisis, pasando de 9% cinco años antes de la crisis, a 12% un año antes, de ahí a cero para luego subir a 5% el cuarto año después de la crisis.

Dada la complejidad de la política óptima, Bianchi y Mendoza (2016) examinan el desempeño de dos reglas alternativas más simples. Primero, un impuesto constante a la deuda (fija en el tiempo y de estado). En segundo lugar, una “regla de Taylor macroprudencial”, según la cual el impuesto sobre la deuda evoluciona como una función log-lineal de la brecha entre la posición de la deuda y un valor objetivo de la deuda con un determinado parámetro de elasticidad, y solo se aplica

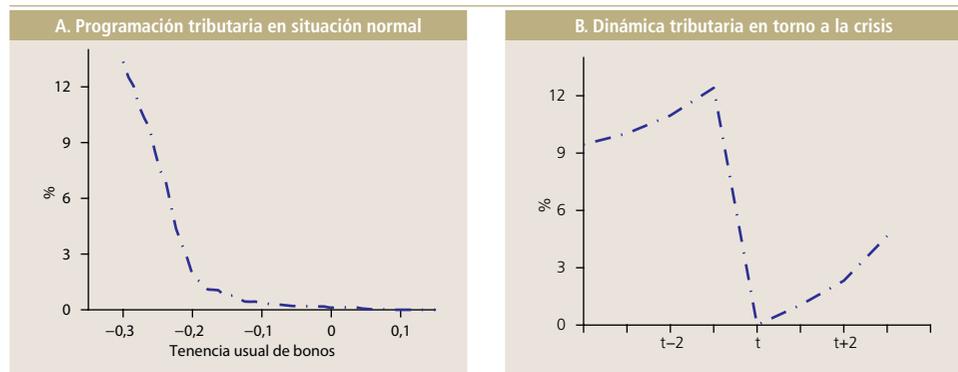
si el impuesto implícito es positivo (si la regla devuelve un subsidio, el impuesto queda en cero). Bianchi y Mendoza examinan formulaciones alternativas de esta regla añadiendo otras variables del modelo. Estas formulaciones funcionan solo marginalmente mejor y, puesto que la regla con solo la deuda es más parsimoniosa, se centran en este caso. El impuesto constante y la elasticidad de la regla de Taylor macroprudencial están “optimizados”, en el sentido de que los autores identifican parámetros para cada uno de los cuales producen la mayor ganancia de bienestar. Para el impuesto constante, identifican el que produce la mayor ganancia de bienestar en el intervalo de 0 a 2%. Para la regla de Taylor, buscan en pares de elasticidad con deuda objetivo.

Los resultados muestran que el impuesto constante a la deuda, que tiene un valor optimizado del 0,6% (comparado con 3,6% para el impuesto óptimo y consistente temporal), es casi totalmente ineficaz para reducir la magnitud y frecuencia de las crisis. Las crisis ocurren con una probabilidad del 3,6% (0,02% con la política óptima), y las caídas de crédito, precios de activos, producción y consumo durante las crisis son casi iguales que sin políticas. El impuesto fijo optimizado produce una ganancia de bienestar insignificante de apenas 0,03%, 1/10 del tamaño de la ganancia bajo la política óptima.

Pero los impuestos constantes pueden ser mucho peores. Un impuesto constante superior a 1,1% efectivamente reduce el bienestar, lo que indica que los agentes están mejor en una economía sin regulación viviendo con una probabilidad de 4% de crisis financiera, que con un impuesto permanente a la deuda de 1,1%. Un impuesto establecido en el promedio del impuesto óptimo, consistente en el tiempo, causaría una pérdida de bienestar de casi -0,3%.

Gráfico 4

### Impuesto a la deuda óptimo, temporalmente, consistente y macroprudencial



Fuente: Elaboración propia.



La regla macroprudencial de Taylor funciona mejor que el impuesto constante a la deuda, pero sigue siendo menos eficaz que la política óptima. Reduce la probabilidad de crisis a 2,2% (algo más de la mitad de la probabilidad de crisis sin política, pero muy superior al 0,02% de la política óptima), mitiga más las caídas de las variables macro y del precio de los activos, y genera una ganancia de bienestar de casi 0,1% (0,3% con la política óptima y 0,03% con el mejor impuesto constante). El impuesto promedio de la deuda en virtud de esta regla es de 1%, y tiene una correlación con el apalancamiento de 0,3, mientras que el impuesto óptimo temporalmente consistente tiene una media de 3,6% y una fuerte correlación con el apalancamiento, de 0,7. Al igual que con el impuesto constante, sin embargo, existen varias combinaciones de la deuda objetivo y la elasticidad de esta regla que reducen el bienestar social respecto del equilibrio sin política.

La razón por la cual ambas reglas simples pueden ser tan perjudiciales cuando su estructura de parámetros no está “optimizada” tiene dos caras. En primer lugar, pueden exigir impuestos que permanecen cuando no se necesitan (es decir, cuando el crédito es restrictivo y la restricción del crédito es vinculante o casi vinculante). En segundo lugar, también pueden demandar impuestos que se mantengan o sean demasiado altos en “tiempos muy buenos”, cuando la restricción solo puede ser vinculante en un futuro lejano, de modo que restringir el acceso a la deuda es subóptimo. La explicación de estos dos efectos es clara, pero la magnitud de los resultados cuantitativos es sorprendente. Por ejemplo, aumentar el impuesto constante de 0,6 a 1,1% convierte un impuesto constante a la deuda en una política antibienestar. Por lo tanto, estos resultados ponen de relieve la pertinencia de evaluar cuidadosamente las reglas macroprudenciales simples mediante el uso de modelos y métodos de solución que pueden captar bien las características globales y no lineales de la amplificación financiera.

## VI. INTERACCIONES ENTRE POLÍTICA FINANCIERA Y POLÍTICA MONETARIA

Una cuestión clave en la aplicación de la política financiera en general, y la política macroprudencial en particular, es su interacción con la política monetaria. Aun si las autoridades financieras pueden construir reglas de política relativamente simples y temporalmente consistentes que parezcan efectivas en los modelos del tipo que hemos examinado, su efectividad depende fundamentalmente de cómo responda la política monetaria. Los instrumentos que cada política utiliza tienen efectos sobre las variables a las que cada política apunta (por ejemplo, la gestión de las condiciones de crédito afecta a la inflación, y los ajustes de las tasas de interés nominales de corto plazo afectan las condiciones del crédito) y las funciones objetivo de las autoridades monetarias y financieras (por ejemplo, la autoridad monetaria se centra en la inflación, la autoridad financiera se centra en el crecimiento del crédito y ambas pueden centrarse también en la brecha del producto), el potencial para que haya ineficiencias resultantes de transgredir la regla de Tinbergen o interacción estratégica es evidente.

Este es un tema al margen de los acuerdos institucionales. En algunos países las políticas monetaria y financiera son diseñadas e implementadas en gran medida por el banco central, ya sea mediante un comité único (como en Estados

Unidos) o comités separados (como en el Reino Unido); en otros, la autoridad monetaria y la autoridad financiera son entidades distintas (como en Chile); en otros, el banco central está a cargo de algunas decisiones de política financiera, pero no de todas (como en México). Cualquiera sea el arreglo, es importante considerar la interacción entre las dos políticas, porque aun cuando ambas se definen dentro del banco central, las áreas o comités responsables de cada una difieren.

El enfoque predominante para el diseño y evaluación de la política monetaria en muchos bancos centrales es utilizar modelos cuantitativos neokeynesianos DSGE, típicamente para tener una meta de inflación con una regla de Taylor para una tasa de interés nominal de corto plazo (la “tasa de política”). Hay variantes de estos modelos que incorporan fricciones financieras, a menudo usando el acelerador financiero de Bernanke-Gertler y siguiendo el conocido modelo BGG (Bernanke-Gertler-Gilchrist, ver Bernanke et al., 1999, en las Referencias). Como explicamos en la sección II, estos modelos se resuelven con métodos de perturbación utilizando aproximaciones locales de primer o segundo orden, lo que puede traer problemas porque no captan con precisión importantes características del mecanismo de amplificación financiera y el diseño de políticas financieras óptimas basadas en efectos globales, no lineales de fricciones financieras. Por otro lado, los modelos fisherianos son necesariamente parsimoniosos, porque la maldición de la dimensionalidad limita nuestra capacidad para aplicar métodos globales y no lineales en modelos a gran escala, como son los modelos DSGE de los bancos centrales. En consecuencia, en esta sección recurrimos al trabajo de Carrillo et al. (2016) para analizar la interacción entre política monetaria y política financiera utilizando una variante del modelo DSGE neokeynésiano BGG con *shocks* financieros propuesto por Christiano et al. (2014). Reconocemos que la magnitud de la amplificación financiera creada por el acelerador de Bernanke y Gertler, y por tanto los efectos tanto de las fricciones como las políticas financieras, no reflejarían los resultados de una solución global del mismo modelo; sin embargo, hacemos este *tradeoff* para echar luz sobre las implicancias cuantitativas de la interacción entre las políticas monetaria y financiera.

### 1. Marco analítico

El modelo que utilizan Carrillo et al. (2016) está en la vena del modelo BGG-DSGE con “*shocks* de riesgo” propuesta por Christiano et al. (2014). Así, el modelo presenta dos fuentes de ineficiencia: la primera, rigideces nominales en la forma de precios escalonados estilo Calvo para los bienes intermedios diferenciados producidos en competencia monopolística; la segunda, la costosa verificación estatal de los retornos de los empresarios por parte de los intermediarios financieros. Los *shocks* de riesgo entran como *shocks* a la varianza de los proyectos de inversión de los empresarios. Estos *shocks* son vistos como “*shocks* financieros” porque tienen efectos de primer orden sobre la tasa de interés que los intermediarios financieros cobran a los empresarios, lo que a la vez afecta las asignaciones, precios y bienestar a través del acelerador financiero BGG. Carrillo et al. (2016) proporcionan todos los detalles de la estructura del modelo, por lo que nuestra discusión se centra en los aspectos del modelo

que impulsan la interacción entre las políticas monetaria y financiera, y las implicancias cuantitativas para el rol de la regla de Tinbergen y la interacción estratégica entre las dos políticas.

Por simplicidad, Carrillo et al. (2016) se concentran en las políticas monetarias y financieras que siguen reglas isoelásticas. La literatura sobre política monetaria ha estudiado las condiciones bajo las cuales las reglas de esta forma pueden ser coherentes con problemas de la política óptima de Ramsey o con la política óptima para la autoridad de políticas con funciones de pérdida cuadráticas. Estas condiciones generalmente se violan en las aplicaciones de la política monetaria de los modelos DSGE, pero todavía nos centramos en las reglas isoelásticas debido a su uso frecuente en la formulación de políticas. Por el lado de la política monetaria, considérese una regla simple de Taylor que determina la evolución de la tasa de interés de política:

$$(1 + i_t) = (1 + i) \left( \frac{1 + \pi_t}{1 + \bar{\pi}} \right)^{\alpha_\pi} \quad (41)$$

donde  $i$  es la tasa de interés nominal de largo plazo,  $\bar{\pi}$  es la meta de inflación y  $\alpha_\pi$  es la elasticidad de la regla de Taylor con respecto a las desviaciones de la inflación desde la meta.

Por el lado de la política financiera, las condiciones de optimalidad del contrato óptimo para la oferta de capital para empresarios en el modelo de BGG (correspondiente al problema de maximizar el retorno esperado por los empresarios, sujeto a restricciones de participación de intermediarios para la realización del *shock* de riesgo), generan el conocido premio de financiamiento externo o margen de crédito. Al introducir política financiera en el modelo, el premio de financiamiento externo toma la forma siguiente:

$$E_t \left[ \frac{r_{t+1}^k}{R_t} \right] = s \left( \frac{q_t k_t}{n_t}, \sigma_{\omega,t} \right) (1 - \tau_{f,t}). \quad (42)$$

En esta expresión,  $r_{t+1}^k$  es la tasa real de retorno al capital,  $R_t$  es el costo de oportunidad de invertir (la tasa de interés real bruta),  $q_t$  es el precio del capital,  $k_t$  es el capital agregado de los empresarios,  $n_t$  es su patrimonio agregado (la suma de su capital agregado más todo ingreso laboral que reciban),  $\sigma_{\omega,t}$  es la varianza en la fecha  $t$  de los *shocks* idiosincrásicos al retorno a los proyectos de inversión de los empresarios (el *shock* de riesgo),  $\tau_{f,t}$  es un impuesto (si es positivo) o un subsidio (si es negativo) al retorno a la inversión en bonos soberanos ( $R_t$ ) en lugar de invertir en capital físico, y  $s(\cdot)$  representa el premio antes de impuesto por financiamiento externo al cual los empresarios se endeudan con un intermediario financiero bajo un contrato óptimo tipo Bernanke-Gertler. La función  $s(\cdot)$  es creciente y convexa en el ratio de apalancamiento ( $q_t k_t / n_t$ ), y crecimiento en  $\sigma_{\omega,t}$ .

La regla de política financiera viene dada por la siguiente función isoelástica:

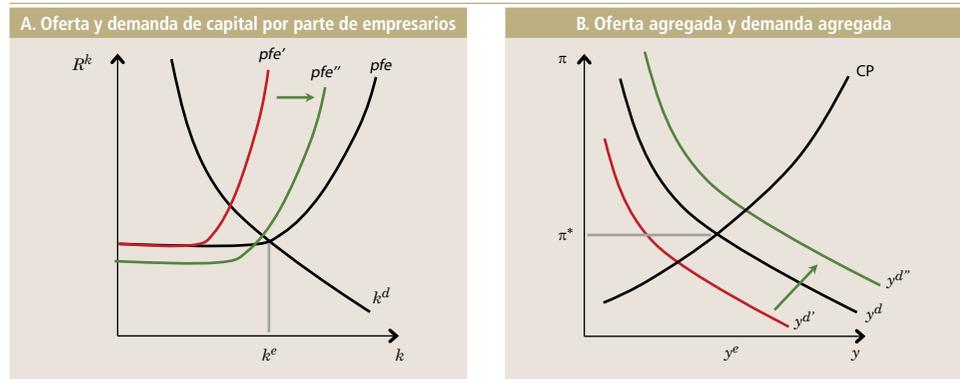
$$\tau_{f,t} = \tau_f \left[ E_t \left( \frac{r_{t+1}^k}{R_t} \right) / \left( \frac{r^k}{R} \right) \right]^{\alpha_r} \tag{43}$$

donde  $R$  es la tasa de interés real de largo plazo que satisface la condición  $R=(1+i)/(1+\pi)$ ,  $r^k$  es el retorno real bruto de largo plazo al capital, y  $\tau_f$  es un valor de largo plazo del impuesto financiero coherente con alcanzar el valor de largo plazo de  $r^k$ . La intuición dice que con  $\alpha_r > 0$ , un aumento del margen de crédito por sobre su valor de largo plazo (en respuesta, por ejemplo, a un *shock* de riesgo positivo) induce un aumento del impuesto financiero, lo que reduce el costo de oportunidad de los fondos y entonces sube la demanda de crédito y de inversión para contrarrestar los efectos adversos del *shock* de riesgo.

La interacción entre las políticas monetaria y financiera se puede caracterizar intuitivamente con gráficos del modo siguiente: el papel esencial por el lado neokeynesiano del modelo es producir una curva de Phillips ascendente que, junto con la demanda agregada, genere la tasa de inflación de equilibrio y la brecha de actividad. Esto se ilustra en el panel A del gráfico 5.  $CP$  es la curva de Phillips y  $y^d$  es la curva de demanda agregada. Por el lado financiero del modelo, el acelerador financiero de Bernanke y Gertler distorsiona el mercado de crédito y la demanda por bienes de capital de los empresarios. Su demanda de capital se deriva de una ecuación de Euler para los activos similar a la estudiada en la sección IV que, tomando como dados los precios de los activos, produce una curva de demanda descendente debido al producto marginal decreciente del capital. La provisión de fondos de los intermediarios financieros a los empresarios en este mercado está determinada por el premio al financiamiento externo de BGG. Estas dos curvas generan la asignación de capital de equilibrio y la tasa de retorno del capital, como se ilustra en el panel B del gráfico 5. La curva  $pfe$  (premio financiero externo) representa la cantidad de capital ofrecida por los intermediarios financieros. La curva  $k^d$  representa la demanda de capital de los empresarios.

Gráfico 5

Interacciones entre política monetaria y política financiera



Fuente: Elaboración propia.



Supongamos que la economía enfrenta un *shock* de riesgo. La curva de oferta de los intermediarios financieros se mueve hacia adentro a *pfe'*, por efecto de la mayor varianza de los *shocks* idiosincrásicos a los retornos de los empresarios en el contrato óptimo de crédito. Esto reduce la asignación de capital de equilibrio y aumenta su tasa de retorno. A la vez, la menor demanda por capital desplaza la demanda agregada hacia adentro, a  $y^d$ , reduciendo la inflación y el producto. Por lo tanto, el *shock* financiero tiene efectos sobre todos los agregados macroeconómicos, incluyendo los objetivos de la política monetaria y de la política fiscal.

Si se conduce la política monetaria sin política financiera, el objetivo sería reducir  $i$  para contrarrestar las caídas de la inflación y del producto. Idealmente, la política apuntaría a devolver el producto y la inflación a sus metas, pero por alguna regla de Taylor de especificación arbitraria la idea sería mover la demanda agregada hacia afuera, digamos a  $y^d$ . Debido a la fricción de la verificación de estado costosa del modelo de Bernanke y Gertler, sin embargo, la menor  $i$  y la mayor inflación esperada reducen la tasa de interés, lo que desplaza la oferta de capital hacia afuera, a *pfe''*, con lo que se altera el equilibrio del mercado de capitales y en el margen del crédito, que pertenece al ámbito de acción de la autoridad financiera. Por otro lado, si la política financiera se implementa sin política monetaria, la política financiera se relaja ( $\tau_{f,t}$  sube) de modo de desplazar hacia afuera la oferta de fondos. Idealmente, la autoridad buscaría restaurar el margen objetivo y el nivel de capital objetivo, pero por la elasticidad arbitraria de la regla de impuesto financiero, este desplazamiento es a *pfe''* (por simplicidad, suponemos que es el mismo desplazamiento que en el ejemplo anterior). A medida que aumenta la demanda de inversión, sin embargo, la demanda agregada se mueve hacia afuera (nuevamente, por simplicidad también se desplaza hasta  $y^d$ ) y la inflación y el producto de equilibrio, que compete a la autoridad monetaria, cambian. En pocas palabras, como  $E_t(r_{i+1}^k/R_t)/(r^k/R)$  y  $(1 + \pi_t)/(1 + \bar{\pi})$  son resultados de equilibrio general que dependen de  $(i_t, \tau_{f,t})$ , las acciones de una autoridad de política afectan la variable objetivo y la rentabilidad de la otra.

Los argumentos expuestos plantean dos cuestiones fundamentales. La primera, suponiendo que el objetivo es maximizar el bienestar social, aplica la regla de Tinbergen, es decir, que utilizar dos instrumentos separados ( $i_t$  y  $\tau_{f,t}$ ) para afectar a dos variables (inflación y margen de crédito) debe ser al menos tan bueno como usar un único instrumento para apuntar hacia ambas variables. Intuitivamente, hay dos ineficiencias en la economía, los precios rígidos y la costosa verificación de estado. El uso de un instrumento de política para abordar cada uno por separado debería ser (algo) mejor que un solo instrumento tratando de influir en ambos. La segunda, que si las autoridades monetarias y financieras tienen diferentes funciones de pago, se producirá una combinación de políticas subóptima, pues la interacción estratégica será ineficiente. Por lo tanto, un equilibrio cooperativo de coordinación entre las autoridades financiera y monetaria supera a un régimen sin cooperación. Analíticamente, las dos cuestiones son aplicaciones directas de hallazgos estándares en la literatura sobre la regla de Tinbergen y sobre la interacción estratégica en política económica. La principal preocupación es si estas cuestiones son cuantitativamente relevantes.

## 2. Resultados cuantitativos

Omitimos los detalles completos del modelo, las formas funcionales y la calibración de los parámetros del modelo, presentados en Carrillo et al. (2016). La calibración se realizó para Estados Unidos con frecuencia trimestral, y se tomó varios valores para los parámetros de la estimación del modelo de Christiano et al. (2014), con los parámetros de la estructura del acelerador financiero tomados de Bernanke et al. (1999). También es importante señalar que el modelo se resuelve con una aproximación de segundo orden para obtener evaluaciones de bienestar más precisas. La discusión siguiente pone el énfasis sobre los principales resultados relacionados con la regla de Tinbergen y la interacción estratégica entre las políticas monetaria y financiera.

Con el fin de evaluar cuantitativamente ambos temas, es necesario definir los efectos sobre el bienestar de regímenes políticos alternativos. Al igual que en los ejercicios previos que miden el impacto de los impuestos sobre la deuda y sobre el bienestar, utilizamos una vez más el enfoque estándar de Lucas para medir el bienestar como un cambio compensatorio (invariante temporal y de estado) en el consumo que iguala el bienestar bajo un régimen de política con un referente predefinido. En este caso, definimos el referente como el estado estacionario determinístico de la economía ya que, por construcción, este estado estacionario es independiente de las elasticidades de las reglas de política monetaria y financiera. Además, al parametrizar los coeficientes de intercepción de las reglas de política, se construye el estado estable determinístico como para eliminar los efectos reales de las rigideces nominales y la fricción financiera, lo que produce eficiencia de Pareto en el estado estable determinístico. Así, el efecto de bienestar de un régimen de política particular es el incremento porcentual del consumo necesario para que los individuos estén indiferentes entre la utilidad vitalicia esperada bajo ese régimen de política y la utilidad vitalicia en el estado estable determinístico. Aumentos mayores indican mayores pérdidas de bienestar.

Para analizar la importancia cuantitativa de la regla de Tinbergen, el objetivo es comparar un entorno con reglas de políticas monetaria y financiera separadas, como se describió anteriormente, en las que solo existe una regla de política monetaria, pero ampliada para incluir consideraciones de estabilidad financiera. En particular, esta norma monetaria adopta la forma:

$$(1 + i_t) = (1 + i) \left( \frac{1 + \pi_t}{1 + \bar{\pi}} \right)^{\hat{a}_\pi} \left[ E_t \left( \frac{r_{t+1}^k}{R_t} \right) / \left( \frac{r^k}{R} \right) \right]^{-\hat{a}_r} \quad (44)$$

Cabe observar que, en esta regla, el coeficiente del margen de crédito,  $\hat{a}_r$ , ingresa con signo negativo, lo que indica que, cuando aumenta el margen, la tasa de interés cae para compensar el efecto adverso de la caída de la inversión sobre la demanda agregada.

Carrillo et al. (2016) computan los pares de elasticidades bajo el régimen de dos reglas  $(a_\pi, a_r)$  con reglas de política (41) y (43), y bajo el régimen de una regla

$(\hat{a}_\pi, \hat{a}_r)$  con regla de política (44), que minimizan la pérdida de bienestar social respecto del estado estacionario determinístico. Las elasticidades resultantes son  $(a_\pi = 1,2, a_r = 1,6)$  y  $(\hat{a}_\pi = 1,25, \hat{a}_r = 0,26)$ , y el bienestar social es 34% mayor bajo el régimen de dos reglas que bajo el de una. Nótese que tanto la política monetaria como la política financiera son “demasiado estrechas” en la segunda alternativa, con una respuesta a la inflación que sube la tasa de interés más que en el régimen de dos reglas y una respuesta al margen de crédito que no relaja lo suficiente las condiciones financieras.<sup>10</sup> En particular, la política financiera es significativamente más contractiva. Estas desigualdades generan diferencias significativas en las funciones de impulso respuesta en respuesta a un *shock* de riesgo (ver figura 3 en Carrillo et al., 2016). En particular, comparando el régimen de una regla con el de dos, el producto (la inversión) en su punto mínimo cae 30 (115) puntos base por debajo del estado estacionario determinístico, versus menos de 20 (50) puntos base; los precios accionarios caen 200 puntos base, contra menos de 100 puntos base, y las dinámicas de series de tiempo del consumo son significativamente más planas con las dos reglas. En resumen, al buscar expandir la regla de Taylor para tener una meta para el margen de crédito junto con una meta de inflación, resulta una violación cuantitativamente significativa de la regla de Tinbergen.

Considérese a continuación las implicancias cuantitativas de la interacción estratégica. Con este fin, debemos precisar las funciones objetivo de las autoridades de política. Si las autoridades financieras y monetarias tienen la misma función objetivo (ya sea el bienestar social o minimizar una función de pérdida común), obviamente no hay conflicto, en el sentido de que un juego de Nash en el que cada autoridad elige la elasticidad de su regla teniendo como dada la elasticidad de la regla de la otra autoridad produce el mismo resultado que un equilibrio cooperativo<sup>11</sup>. Sin embargo, cuando las funciones objetivo difieren, los resultados son muy diferentes, como se documenta a continuación.

Definimos las funciones objetivo a partir de Williams (2010), de manera que cada autoridad apunta a minimizar una función de pérdida definida por la suma de las varianzas de su meta y de sus variables instrumentales (esto es, para el banco central, la suma de las varianzas de la inflación y de la tasa de interés de política; para la autoridad financiera, la suma de las varianzas del margen de crédito y del impuesto financiero). Carrillo et al. (2016) computan funciones de reacción en el espacio  $(a_\pi, a_r)$ , donde el banco central escoge el coeficiente de la elasticidad de Taylor que minimiza su función de pérdida para un valor dado de la elasticidad del impuesto financiero,  $(a_\pi^*(a_r))$ , y la autoridad financiera escoge la elasticidad del impuesto financiero que minimiza su función de pérdida

---

10 Los coeficientes de la elasticidad del margen de crédito en (43) y (44) son comparables porque la condición (42) se puede formular como  $E_{[r^k_{t+1}]} E_t[1+\pi_{t+1}] = s(t)(1-\tau_r)(1+i)$ , de modo que el impuesto financiero y la tasa de interés tienen efectos isomórficos en la condición de oferta de capital. Las conexiones entre instrumentos de política y los objetivos de política monetaria y política financiera también resultan evidentes en esta expresión.

11 Los juegos que resuelven Carrillo et al. (2016) son juegos de una jugada en los que el objetivo se define en términos de los costos en bienestar de las elasticidades escogidas para la regla de política (esto es, el objetivo tiene en cuenta los efectos de corto y largo plazo de modificar las elasticidades en los precios y asignaciones de equilibrio).

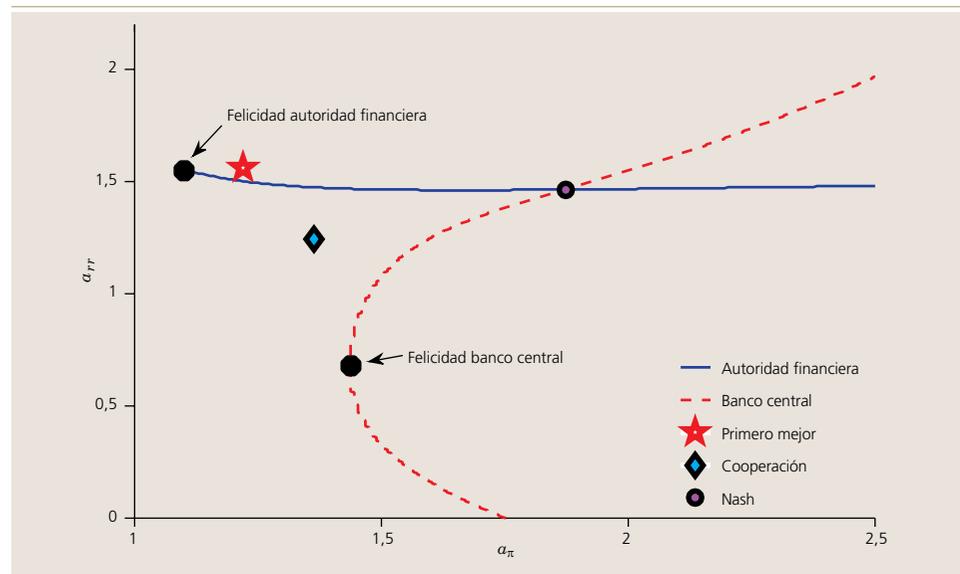
por un valor dado de la elasticidad de Taylor,  $a_r^* a_\pi$ . El equilibrio de Nash es la intersección de estas curvas de reacción, y el equilibrio cooperativo es el par  $(a_\pi, a_r)$  que minimiza la suma de las dos funciones de pérdida de igual ponderación. El gráfico 6 muestra las curvas de reacción de la autoridad monetaria (la línea discontinua roja) y de la autoridad financiera (la línea continua azul), junto con los equilibrios de Nash y cooperativo; además muestra el punto feliz de cada autoridad y el punto “primer mejor” en el que se maximiza el bienestar social (en vez de la función de pérdida conjunta minimizada como en el equilibrio cooperativo).

El equilibrio de Nash produce una pérdida de bienestar de  $-7,26\%$  respecto del primero mejor, en tanto la pérdida de bienestar en el equilibrio cooperativo es  $-1,31\%$ . Por lo tanto, un fracaso a la hora de coordinar las políticas tiene un gran costo social. El beneficio social de la cooperación de las autoridades monetaria y financiera es de aproximadamente 6 puntos porcentuales. Más aun, como indica el gráfico, el equilibrio de Nash produce políticas que son “demasiado contractivas” en relación con el equilibrio cooperativo. En el primer caso, las elasticidades de las reglas monetaria y financiera son  $(a_\pi = 1,9, a_r = 1,4)$ , mientras que en el segundo, son  $(a_\pi = 1,35, a_r = 1,25)$ .

Es importante destacar también, que la forma no lineal de las curvas de reacción es una indicación de que cambian las preferencias de las autoridades de política al ajustar las elasticidades de sus reglas de política como complementos, versus sustitutos, estratégicos. En particular, la curva de reacción de la regla monetaria cambia desde ajustar  $a_\pi$  como sustituto estratégico de  $a_r$  si  $a_r < 0,7$ , hacia ajustarlo como complemento estratégico si  $a_r$  aumenta por encima de  $0,7$ . La curva de reacción de la autoridad financiera es ligeramente convexa, pero siempre coherente con sustitutos estratégicos.

Gráfico 6

Curvas de reacción, equilibrios de Nash y cooperativo



Fuente: Elaboración propia.



## VII. CONCLUSIONES

La política macroprudencial encierra la promesa de convertirse en una herramienta poderosa y eficaz para reducir la magnitud y la frecuencia de las crisis financieras, aumentando así el bienestar social. Esta es una predicción teórica y cuantitativa que se desprende de varios estudios basados en modelos fisherianos de crisis financieras (es decir, modelos en los que la capacidad de endeudamiento se asocia a valores del colateral determinados por el mercado a través de restricciones crediticias vinculantes de vez en cuando). La amplificación financiera, definida como respuestas más amplias de los agregados macroeconómicos a un *shock* de magnitud estándar cuando la restricción del colateral es vinculante, es significativa y da lugar a crisis financieras generadas por el modelo, en gran medida coherentes con las crisis financieras reales.

Una falla de mercado, en la forma de externalidades pecuniarias porque los agentes privados no internalizan el efecto de sus opciones de endeudamiento sobre el valor del colateral, justifica una intervención de la política para que los costos marginales privados del crédito se alineen con los costos marginales sociales. Cuantitativamente, las políticas financieras óptimas diseñadas para maximizar el bienestar social teniendo en cuenta estas externalidades reducen drásticamente la probabilidad y severidad de las crisis financieras. Por lo tanto, en modelos fisherianos calibrados, las políticas macroprudenciales óptimas han demostrado ser muy efectivas.

En la práctica, sin embargo, una aplicación eficaz de una política fisheriana tiene que hacerse cargo de tres limitaciones importantes ya comentadas:

- La política óptima de los modelos fisherianos es una política contingente en tiempo y estado que sigue un patrón de ajuste no lineal que depende de la fase del ciclo de crédito y de la magnitud de los *shocks* internos y externos que enfrenta la economía. En particular, las políticas financieras óptimas varían mucho entre valores de *shock* externo en la forma de fluctuaciones de las tasas de interés mundiales, condiciones de liquidez global y eventos relativos a los fundamentos globales.
- Si el valor del colateral depende de las expectativas de resultados futuros, la política óptima bajo compromiso es inconsistente temporal; en consecuencia, la credibilidad de la autoridad financiera es cuestionada. Los modelos de Fisher se pueden mejorar para diseñar y evaluar políticas óptimas y con consistencia temporal. Nuevamente, las políticas resultantes son muy eficaces, pero también muy complejas. Una regla simple de política, optimizada para generar la mayor ganancia de bienestar posible, es mucho menos eficaz que una política óptima, y establecer los parámetros de reglas simples sin optimizarlas de esta manera puede acarrear importantes pérdidas de bienestar que dejan a los agentes peor que en una economía con baja probabilidad de sufrir una crisis financiera profunda y sin intervención de política.
- La interacción de las políticas monetaria y financiera en la determinación de las asignaciones y precios de equilibrio que incumben a las autoridades responsables de cada política plantea cuestiones muy conocidas relacionadas

con la regla de Tinbergen y la interacción estratégica. Estas cuestiones son cuantitativamente significativas. Utilizar política monetaria con una regla de Taylor aumentada con consideraciones de estabilidad financiera es significativamente inferior a usar reglas de política monetaria y financiera por separado. La interacción estratégica para establecer la elasticidad de reglas monetarias y financieras separadas da lugar a equilibrios que son significativamente inferiores a los equilibrios cooperativos. Tanto el uso de una regla monetaria aumentada como el establecimiento no cooperativo de reglas monetarias y financieras separadas producen entornos en los que las políticas son demasiado contractivas en comparación con regímenes óptimos o cooperativos.

Hay otros obstáculos importantes que el diseño de una política macroprudencial efectiva aún tiene que afrontar y que este documento no examina. La heterogeneidad de deudores y acreedores es un tema serio. La investigación que se discute aquí se basa en condiciones para un agente representativo. En la práctica, las condiciones financieras y la vulnerabilidad a los *shocks* varían ampliamente entre deudores y acreedores de varios tipos. La política óptima, por lo tanto, probablemente muestre complejidad adicional, ya que tendrá que variar a través de un corte transversal de agentes. Por la misma razón, las reglas simples presentan desafíos adicionales, ya que incluso si las reglas se hacen variantes temporales, todavía pueden ser ineficientes y reducir el bienestar debido a los grandes efectos adversos para subconjuntos de agentes. Otras cuestiones importantes incluyen las interacciones con otras fricciones financieras además de las restricciones fisherianas al colateral (por ejemplo, riesgo moral o fricciones informativas) y las implicancias internacionales tales como el diseño óptimo de las políticas financieras que se aplican a la relación entre crédito interno y externo (como controles al capital) y la coordinación internacional de las políticas financieras.



## REFERENCIAS

---

- Aiyagari, S.R. y M. Gertler. (1999). “‘Overreaction’ of Asset Prices in General Equilibrium”. *Review of Economic Dynamics* 2(1): 3–35.
- Benigno, G., H. Chen, C. Otrok, A. Rebucci y E.R. Young. (2013). “Financial Crises and Macro-Prudential Policies”. *Journal of International Economics* 89(2): 453–70.
- Bernanke, B. (2010). *Causes of the Recent Financial and Economic Crisis, before the Financial Crisis Inquiry Commission*. Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Bernanke, B. y M. Gertler (1989). “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations”. *American Economic Review* 79(1): 14–31.
- Bernanke, B., M. Gertler y S. Gilchrist (1999). “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework”. *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1, editado por J.B. Taylor y M. Woodford.
- Bianchi, J. (2011). “Overborrowing and Systemic Externalities in the Business Cycle”. *American Economic Review* 101(7): 3400–26.
- Bianchi, J., C. Liu y E.G. Mendoza (2016). “Fundamentals News, Global Liquidity and Macroprudential Policy”. *Journal of International Economics* 99(1): 2–15.
- Bianchi, J. y E.G. Mendoza (2010). “Overborrowing, Financial Crises and ‘Macroprudential’ Policy”. NBER Working Paper N°16091, <http://www.sas.upenn.edu/~egme/wp/w16091.pdf>.
- Bianchi, J. y E.G. Mendoza (2016). “Optimal Time-Consistent Macroprudential Policy”. Disponible en <http://www.sas.upenn.edu/~egme/wp/w19704.pdf>.
- Borio, C. (2003). “Towards a Macroprudential Framework for Financial Supervision and Regulation?”. *CESifo Economic Studies* 49(2): 181–216.
- Carrillo, J., E.G. Mendoza, V. Nuguer y J. Roldán-Peña (2016). “Tight Money-Tight Credit: Tinbergen’s Rule and Strategic Interaction in the Conduct of Monetary and Financial Policies”. Mimeo, Banco de México.
- Christiano, L.J., R. Motto y M. Rostagno (2014). “Risk Shocks”. *American Economic Review* 104(1): 27–65.

De Groot, O., B. Durdu y E.G. Mendoza (2016). “Global v. Local Methods in the Quantitative Analysis of Open-Economy Models with Incomplete Markets”. Mimeo, University of Pennsylvania.

Durdu, C.B., E.G. Mendoza y M.E. Terrones (2009). “Precautionary Demand for Foreign Assets in Sudden Stop Economies: An Assessment of the New Merchantilism”. *Journal of Development Economics* 89(2): 194–209.

Durdu, C.B., R. Nunes y H. Saprizza (2013). “News and Sovereign Default Risk in Small Open Economies”. *Journal of International Economics* 91(1): 1–17.

Eaton, J. y M. Gersovitz (1981). “Debt with Potential Repudiation: Theoretical and Empirical Analysis”. *Review of Economic Studies* 48(2): 289–309.

Fisher, I. (1933). “The Debt-Deflation Theory of Great Depressions”. *Econometrica* 1(4): 337–57.

Forbes, K.J. y F.E. Warnock (2012). “Capital Flow Waves: Surges, Stops, Flight and Retrenchment”. *Journal of International Economics* 88(2): 235–51.

Fuerst, T.S. (1992). “Liquidity, Loanable Funds, and Real Activity”. *Journal of Monetary Economics* 29(1): 3–24.

Gertler, M., S. Gilchrist y F.M. Natalucci (2007). “External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator”. *Journal of Money, Credit, and Banking* 39(2-3): 295–330.

Greenwood, J., Z. Hercowitz y G. Huffman (1988). “Investment, Capital Utilization and the Real Business Cycle”. *American Economic Review* 78(3): 402–17.

Hernández, J. y E.G. Mendoza (2017). “Optimal v. Simple Financial Policy Rules in a Production Economy with Liability Dollarization”. *Ensayos Sobre Política Económica* 35(82): 25–39.

Jeanne, O. y A. Korinek (2010). “Managing Credit Booms and Busts: A Pigouvian Taxation Approach”. NBER Working Paper N°16377.

Kiyotaki, N. y J. Moore (1997). “Credit Cycles”. *Journal of Political Economy* 105(2): 211–48.

Korinek, A. (2011). “Excessive Dollar Borrowing in Emerging Markets: Balance Sheet Effects and Macroeconomic Externalities”. Mimeo, University of Maryland.

Mendoza, E.G. (2002). “Credit, Prices, and Crashes: Business Cycles with a Sudden Stop”. En *Preventing Currency Crises in Emerging Markets*, editado por S. Edwards y J. Frankel, NBER: University of Chicago Press.



Mendoza, E.G. (2005). “Real Exchange Rate Volatility and the Price of Nontradable Goods in Economies Prone to Sudden Stops”. *Economía*, otoño.

Mendoza, E.G. (2010). “Sudden Stops, Financial Crises, and Leverage”. *American Economic Review* 100(5): 1941–66.

Mendoza, E.G. y V. Quadrini (2010). “Financial Globalization, Financial Crises and Contagion”. *Journal of Monetary Economics* 57: 24-39.

Mendoza, E.G. y K.A. Smith (2006). “Quantitative Implications of a Debt-deflation Theory of Sudden Stops and Asset Prices”. *Journal of International Economics* 70(1): 82–114.

Mendoza, E.G. y K.A. Smith (2014). “Financial Globalization, Financial Crises, and the External Portfolio Structure of Emerging Markets”. *Scandinavian Journal of Economics* 116(1): 20–57.

Mendoza, E.G. y M.E. Terrones (2012). “An Anatomy of Credit Booms and Their Demise”. NBER Working Paper N°18379.

Merton, R.M. (2009). “Observations on the Science of Finance in the Practice of Finance”. Muh Award Lecture, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA., marzo.

Ottonello, P. (2015). “Optimal Exchange-Rate Policy under Collateral Constraints and Wage Rigidity”. Mimeo, University of Michigan.

Schmitt-Grohe, S. y M. Uribe (2016). “Multiple Equilibria in Open Economy Models with Collateral Constraints: Overborrowing Revisited”. CEPR Discussion Papers N°11623.

Shin, H.S. (2013). “The Second Phase of Global Liquidity and Its Impact on Emerging Economies”. Mimeo, Princeton University.

Williams, J.C. (2010). “Monetary Policy in a Low Inflation Economy with Learning”. *FRBSF Economic Review*: 1–12.