Banco de México
Documentos de Investigación

Banco de México
Working Papers

N° 2020-11

Hipotecas de Apreciación Compartida y Choques
Idiosincrásicos No Asegurables

Richard Cóndor
Banco de México

Septiembre 2020

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

Shared-Appreciation Mortgages and Uninsurable Idiosyncratic Shocks*

Richard Córdor[†]
Banco de México

Abstract: Shared-appreciation mortgage (SAM) contracts, which display payments indexed to a local house price, have been proposed as an alternative to alleviate the costs of recessions. Using a heterogeneous agent model with two types of agents (Borrowers and Savers), uninsurable idiosyncratic income risk, and calibrated to the US, this paper studies the effects, on both macroeconomic variables and welfare, of introducing such contracts. I find that equilibrium default rates, house price volatility, and welfare losses of both Borrowers and Savers following an unexpected negative shock on aggregate income, are smaller. Also, while this policy benefits Savers, only Borrowers with moderate/low mortgage and housing wealth levels are better-off (61% of Borrowers under the main calibration). Finally, if Borrowers are less patient, the fraction that benefits may never be above 50%.

Keywords: Mortgage design, Heterogeneous agents, Housing policy.

JEL Classification: G00, C61, E44

Resumen: Las hipotecas de apreciación compartida (SAM por sus siglas en inglés), las cuales poseen pagos indexados a un índice local de precio de vivienda, fueron concebidas para aminorar los impactos de recesiones. Utilizando un modelo de agentes heterogéneos con dos tipos hogares (Prestatarios y Ahorradores), riesgo idiosincrásico no asegurable, y calibrado para EUA, este documento estudia los efectos de la introducción de contratos SAM sobre variables macroeconómicas y el nivel de bienestar de los hogares. Se encuentra que la tasa de impago, la volatilidad del precio de viviendas y las pérdidas de bienestar de prestatarios y ahorradores tras un choque negativo no esperado en el ingreso agregado, son menores. Asimismo, si bien esta política beneficia a los Ahorradores, únicamente los Prestatarios con hipotecas y riqueza inmobiliaria moderadas/bajas se benefician (61% de Prestatarios con la calibración principal). Finalmente, si los Prestatarios son menos pacientes, la fracción beneficiada podría nunca superar el 50%.

Palabras Clave: Diseño de contratos hipotecarios, Agentes heterogéneos, Política de vivienda.

*Agradezco los valiosos comentarios de dos dictaminadores anónimos de Banco de México. Agradezco también a Jaime Roche por su excelente asistencia en la investigación.

[†] Dirección General de Investigación Económica. Email: rcondorc@banxico.org.mx.

1. Introducción

Tanto el mercado inmobiliario como el hipotecario tuvieron roles centrales durante la Gran Recesión. Deudas hipotecarias excesivas, junto con el colapso de los precios de la vivienda, provocaron un fuerte desapalancamiento de hogares y embargos hipotecarios costosos. Con el objetivo de mitigar los efectos de aquella y de futuras recesiones, los responsables de política económica alrededor del mundo introdujeron una serie de políticas macroprudenciales.¹ Las medidas en el lado de la demanda incluyen límites a las relaciones préstamo-valor de la vivienda (loan-to-value ratios) y las de servicio de deuda-ingresos (payment-to-income ratios). Límites al crecimiento del crédito bancario, restricciones de contratos de préstamos y provisiones para insolvencia son ejemplos de medidas en el lado de la oferta.

Incrementar la flexibilidad de los contratos hipotecarios podría ayudar a reducir las consecuencias negativas de las recesiones. Por ejemplo, la distribución del riesgo entre los prestamistas hipotecarios y los prestatarios podría ampliarse, lo cual es el objetivo de las hipotecas de apreciación compartida (SAM por sus siglas en inglés) propuestas por Shiller (2014) y Mian & Sufi (2014). En este tipo de contratos hipotecarios de pagos contingentes, el principal o los pagos se reducen cuando un índice local de precios de vivienda cae, mientras que éstos se incrementan cuando dicho índice aumenta.²

Este documento estudia tanto los efectos de la introducción de contratos SAM en los precios de la vivienda y otras variables macroeconómicas, así como las consecuencias para el bienestar de dicha política. Específicamente, se considera una economía que cambia de las hipotecas tradicionales de tasa fija (FRM por sus siglas en inglés) a contratos en los que los pagos muestran cierto grado de indexación a un índice de precio de viviendas local, en el contexto de un modelo de equilibrio general con vivienda, falta de compromiso, y que también muestra impago en el equilibrio. Las implicaciones para el bienestar de los hogares con diferentes niveles de activos y riqueza de vivienda son examinadas en detalle.

El modelo sigue la tradición de Kiyotaki & Moore (1997) y Aiyagari (1994), en vista que existen dos tipos de agentes con diferentes niveles de paciencia, quienes también están sujetos a choques idiosincrásicos de ingreso.³ En equilibrio, el hogar promedio impaciente toma

¹Véase *Global Financial Stability Report*, octubre 2017. Fondo Monetario Internacional.

²Este contrato es diferente a uno disponible en Reino Unido en los 2000s, en el cual los propietarios comparten las apreciaciones en el precio de la vivienda con los prestamistas, pero no obtienen ninguna disminución en los pagos si el precio del hogar disminuye. Véase Sanders & Slawson (2005).

³Como en Aiyagari (1994), no hay incertidumbre agregada.

prestado (Prestatario) mientras que el hogar medio de pacientes ahorra (Ahorrador). Además, y a diferencia de los dos estudios mencionados anteriormente, los hogares no pueden comprometerse a cumplir con sus obligaciones hipotecarias: si eligen el impago, pierden su inventario de vivienda. También se introduce un choque idiosincrásico de depreciación de la vivienda que, junto con la falta de compromiso, resulta en una fracción de hogares que incumplen con sus pagos en cada período. Se asume que los pagos en los contratos SAM están indexados a dichos choques idiosincrásicos de depreciación,⁴ pero únicamente hasta 25 por ciento.⁵ Finalmente, todas las hipotecas son contratos de un período.⁶

El contrato SAM considerado en este documento ofrece un seguro contra choques negativos que disminuyen el valor de una casa, ya que proporciona una reducción en el pago cuando un hogar se enfrenta a realizaciones *malas* del choque idiosincrásico. Además, mayores grados de indexación generalmente reducen la probabilidad de impago para un nivel dado de acumulación de vivienda y deuda; esto puede traducirse en tasas de interés hipotecarias más bajas lo cual facilita la toma de más deuda para financiar casas más grandes.⁷ Sin embargo, este contrato también implica mayores pagos hipotecarios para choques *buenos*, que podrían representar una fracción considerable de los ingresos cuando el hogar está altamente endeudado.

Utilizando una calibración que coincide con los datos de E.U.A., se encuentra que los precios de casas crecen monotónicamente con indexación, lo cual es impulsado por una mayor demanda de parte de los Prestatarios dado que adquieren mayor deuda. Sin embargo, a pesar de ser crecientes en nivel de indexación, siguiendo un choque no anticipado en el ingreso agregado, mayores niveles de indexación reducen la volatilidad⁸ en la respuesta de los precios

⁴Greenwald et al. (2018) se refieren a este caso como indexación local, en contraste a un esquema de indexación agregada en que los pagos están indexados a cambios en el precio agregado de la vivienda. Se considera únicamente indexación local dado que el modelo no contiene incertidumbre agregada. La sección de Literatura Relacionada contiene mayor discusión sobre ambos tipos de indexación.

⁵Esto debido a que este choque juega el papel tanto de un choque idiosincrásico puro como de un choque de depreciación local. Greenwald et al. (2018) quienes consideran dos choques por separado, estiman que los choques locales suman alrededor del 25 por ciento de la desviación estándar de precios individuales de casas. Tomando dicha contribución de choque local como dada, se explora si utilizando un choque de depreciación en vez de dos cambia los resultados considerablemente en una versión simplicificada del modelo que genera dinámica agregada similar. Se encuentra que teniendo dos choques e indexación completa al choque con 25 por ciento de contribución a la volatilidad, tiene resultados similares al caso de 25 por ciento de indexación a un choque único.

⁶Los resultados son cualitativamente similares si se consideran contratos de largo plazo.

⁷Éste no es siempre el caso, tal y como es mostrado en Greenwald et al. (2018): solo en los denominados esquemas de indexación local menores probabilidades de impago se traducen en menores tasas de interés.

⁸Se define como volatilidad de cierta variable, en el contexto de un modelo sin incertidumbre agregada,

de casas, al menos para niveles de indexación menores al 25 por ciento. Adicionalmente, se encuentra que las tasas de incumplimiento son monotónicamente decrecientes en el grado de indexación.

Con contratos SAM, las pérdidas en el bienestar de ambos Prestatarios y Ahorradores promedio tras un choque negativo en el ingreso agregado son menores y decrecientes con el nivel de indexación. Además, optar por contratos SAM genera ganancias en el bienestar neto para Ahorradores, relativo a los contratos hipotecarios no contingentes. No obstante, las ganancias en el bienestar del Prestatario promedio son positivas únicamente para niveles de indexación por debajo del 22 por ciento. De hecho, dichas ganancias alcanzan un máximo en un 10 por ciento de indexación (SAM-10) y disminuyen monotónicamente a mayor indexación. Es importante mencionar, que con mayores niveles de indexación, el riesgo moral de subinversión en mantenimiento, del cual no se habla en este documento, se incrementa.⁹ Como consecuencia, dado que este modelo considera un choque de depreciación, solo los resultados con niveles bajos de indexación deben ser considerados.¹⁰

A pesar de que el Prestatario promedio se beneficia de los contratos SAM para la mayoría de grados de indexación razonables, no todos los hogares de este tipo están estrictamente mejor: solo aquellos con niveles moderados / bajos de deuda y riqueza inmobiliaria, que suman hasta el 61 por ciento de los prestatarios con SAM-10, se benefician de la introducción de contratos SAM. Dicho resultado es impulsado por una fuerza principal. En este modelo, los hogares impacientes financian los gastos de vivienda a través de hipotecas, lo cual se refleja en el hecho de que el equilibrio estacionario del modelo exhibe una fuerte correlación entre deuda hipotecaria y tenencia de vivienda, una correlación que también se encuentra en los datos¹¹. Por tanto, los prestatarios con una gran riqueza inmobiliaria también tienen una elevada deuda hipotecaria. Y como se mencionó anteriormente, cuando el nivel de deuda hipotecaria es mayor, la carga de pago es grande ante las buenas realizaciones del choque de depreciación.

Tomando como motivación la heterogeneidad en las ganancias de optar por contratos SAM, como la mayor desviación de tal variable con respecto a su nivel en el estado estacionario, a lo largo de la transición tras un choque de un período en la media del proceso de ingresos.

⁹Véase Sanders & Slawson (2005) para mayores detalles acerca de este punto.

¹⁰Dicho riesgo moral es la principal razón detrás del hecho de que los defensores de los contratos SAM sugieren la indexación a un precio local en lugar de un precio individual de la vivienda. Dado que los precios locales representan sólo el 25 por ciento de la desviación estándar de los precios individuales de vivienda, sólo indexaciones de hasta 25 por ciento son consideradas razonables en el modelo.

¹¹Más técnicamente, casi toda la masa de probabilidad en la distribución estacionaria está concentrada en un conjunto “diagonal” que muestra una relación positiva entre la deuda hipotecaria y la riqueza de la vivienda.

también se examina la fracción de Prestatarios con ganancias positivas para diferentes niveles de indexación. Se encuentra que más de la mitad de estos presentan ganancias positivas para niveles de indexación por debajo de 21 por ciento. Esta fracción alcanza un máximo en una indexación de 5 por ciento y disminuye monotónicamente después. Este resultado sugiere que, bajo la calibración principal utilizada en este estudio, ganancias en el bienestar del Prestatario promedio están correlacionadas con la fracción de Prestatarios que se benefician de contratos SAM. Además el signo del cambio en el bienestar del Prestatario promedio puede predecir si esta fracción se encuentra por encima o por debajo del 50 por ciento.

Sin embargo, un análisis de sensibilidad muestra que lo anterior no siempre es así. Por ejemplo, si los Prestatarios son lo suficientemente impacientes, la fracción de Prestatarios con ganancias positivas puede que nunca se encuentre por encima del 50 por ciento. Por el contrario, si los Prestatarios son más pacientes, la masa de Prestatarios que se benefician es mayor para cada nivel de indexación, aunque el Prestatario promedio muestre pérdidas en bienestar típicamente. Por lo tanto, este hallazgo destaca la importancia de modelar explícitamente la heterogeneidad de hogares del mismo tipo para tener una mejor comprensión de los efectos en el bienestar de dicha política.

Literatura Relacionada

Este documento se relaciona principalmente con la rama de la literatura que estudia el diseño de hipotecas; en particular, con la que analiza los contratos hipotecarios contingentes al estado, promovido por Shiller & Weiss (1999). Estos autores proponen un seguro con garantía hipotecaria que se asemeja a los seguros para propietarios de viviendas y vehículos de cobertura financiera.¹² Shiller et al. (2013a) resuelven los precios de contratos SAM vinculados al precio de una vivienda local y muestran cómo esta indexación local resuelve el problema de riesgo moral asociado a la vinculación de los pagos a los precios de las viviendas individuales. Shiller et al. (2013b) implementan estos contratos en una estructura de equilibrio parcial y encuentran sustanciales ganancias de bienestar.

Piskorski y Tchisty (2010; 2011), utilizando una estructura de contrato óptimo, encuentran que la hipoteca óptima se asemeja a una hipoteca de tasa ajustable, en un entorno con tasas de interés estocásticas y precios de vivienda. Guren, Krishnamurthy y McQuade (2018) estudian las formas en las cuales, agregando una simple contingencia estatal puede mejorar el desempeño de las hipotecas de tasa fija durante las recesiones. Encuentran que, si el banco

¹²Algunos otros primeros estudios al respecto incluyen a Caplin, Chan, Freeman & Tracy (1997); Caplin, Carr, Pollock & Tong (2007); y Caplin, Cunningham, Engler & Pollock (2008).

central reduce las tasas de interés durante una crisis, las hipotecas de tasa fija con la opción de convertir sin costo en hipotecas de tasa ajustable hacen mejor este trabajo.

Greenwald et al. (2018), cuyo modelo es el más cercano a este documento, estudian los efectos de introducir contratos SAM, con un enfoque de gestión de riesgo sistémico, en una estructura rica con grandes familias de Prestatarios, Ahorradores e intermediarios financieros, y seguro perfecto a nivel de consumo dentro de cada familia.¹³ Ellos encuentran que indexar la deuda hipotecaria a los precios agregados de vivienda aumenta la fragilidad financiera, a pesar de que las tasas de impago son más bajas. Por otro lado, la indexación a un precio local reduce tanto el impago de las hipotecas como la fragilidad financiera. Además, la indexación local aumenta el bienestar tanto de los Prestatarios como de los Ahorradores, pero lo reduce para los intermediarios.

En relación con su trabajo, la contribución de este artículo consiste en eliminar el supuesto de familias grandes¹⁴ en un marco similar al de ellos y estudiar los efectos distributivos de introducir un contrato de indexación local.¹⁵ En particular, se encuentra que levantar el supuesto de familia grande revela una cantidad considerable de heterogeneidad en las ganancias de bienestar y que las ganancias del miembro promedio de un tipo de hogar no necesariamente reflejan los efectos sobre el bienestar de la mayoría de ellos. En este sentido, este trabajo complementa el de ellos.

Piskorski & Tchistyi (2018) estudian los contratos hipotecarios con pagos contingentes en un modelo de dos períodos con asimetría de información y diseño hipotecario endógeno. Ellos encuentran que cuando los prestamistas no están seguros del valor privado que los prestatarios asignan a sus casas, el contrato de equilibrio solo depende de los precios de la vivienda y toma la forma de un seguro de hipoteca. También encuentran que cuando una economía cambia a esos contratos, los efectos en el bienestar del hogar dependen de la gravedad de las recesiones económicas: cuanto más graves sean, mayor es el bienestar del contrato con pagos contingentes de equilibrio sobre un contrato estándar a tasa fija. El enfoque cuantitativo de

¹³Esto significa que todos los hogares pertenecientes a la familia de Prestatarios obtienen el mismo nivel de consumo. Lo mismo aplica para Ahorradores e intermediarios.

¹⁴Esto es implementado a través de la introducción de riesgo idiosincrásico no asegurable en el ingreso para Prestatarios.

¹⁵Los Ahorradores en este artículo abarcan tanto a los Ahorradores como a los intermediarios en el suyo. Además, a diferencia de su trabajo, el modelo en este artículo no incluye incertidumbre agregada. Por último, mientras ellos consideran contratos FRM a 30 años con tasas determinadas exógenamente (que incluyen riesgo de incumplimiento y están fijadas en equilibrio), los contratos hipotecarios en este documento son de un año y otorgan a los hogares acceso a un menú de combinaciones de deuda, garantía y tasas de interés.

este documento, que se centra en la gestión de riesgo a nivel de hogares y volatilidad de los precios de la vivienda, complementa dicho documento.

Otros trabajos teóricos y cuantitativos estudian las posibles razones detrás del hecho de que los contratos hipotecarios de riesgo compartido no se utilizan ampliamente en el mundo real, aunque pareciera que son Pareto dominantes contra aquellos de pagos no contingentes. Hartman-Glaser y Hébert (2019) construyen un modelo en el que el índice de precios utilizado en los contratos SAM podría ser una mala medida del verdadero estado que enfrentan los Prestatarios. Proporcionan condiciones para las que este efecto es lo suficientemente fuerte para que los prestatarios elijan contratos sin seguro sobre contratos indexados. Fazilet (2017) desarrolla un modelo con agentes heterogéneos sujetos a riesgo idiosincrásico y choques tanto locales como agregados en los precios de la vivienda, y encuentra que, en un mundo en el que el gobierno no subsidia implícitamente las hipotecas a tasa fija,¹⁶ contratos hipotecarios que dependen de los precios de vivienda se eligen sobre los FRM.¹⁷

De manera más general, este artículo se relaciona con varias líneas de la literatura sobre vivienda y macroeconomía financiera.¹⁸ Está también relacionado con la literatura que estudia fricciones financieras y el ciclo de negocios, iniciado por Bernanke, Gertler y Gilchrist (1996) y Kiyotaki & Moore (1997).¹⁹ Finalmente, en cuanto al modelo, este documento está relacionado con otros que se basan en modelos de equilibrio general con agentes heterogéneos sujetos a riesgo idiosincrásico no asegurable, vivienda y contratos de hipotecas sobre los que se puede optar por impago, con tasas de interés endógenas. Estos incluyen a Corbae y Quintin (2014), Chatterjee y Eyigungor (2011), Guler (2015) y Jeske, Krueger y Mitman (2013).

El resto del documento está organizado como sigue. El modelo se presenta en la Sección 2, mientras que los detalles sobre la calibración se presentan en la Sección 3. La Sección 4 informa los resultados principales, mientras que la sección 5 concluye.

¹⁶Véase Jeske, Krueger, and Mitman (2013), Elenev, Landvoigt, and Van Nieuwerburgh (2015), y Condor (2019) para más detalles sobre el subsidio implícito del gobierno de E.U.A. en hipotecas de tasa fija de largo plazo.

¹⁷Mian & Sufi (2014) argumentan que los contratos SAM no se observan en la práctica debido a políticas gubernamentales que favorecen contratos de tasa fija tales como: deducciones de impuestos por intereses hipotecarios, acciones de Empresas Patrocinadas por el Gobierno (GSE por sus siglas en inglés) en el mercado secundario de hipotecas (un subsidio implícito de las tasas de interés) y regulaciones bancarias sobre capital ponderado por riesgo.

¹⁸Véase Davis & Van Nieuwerburgh (2015) para una revisión de dicha literatura.

¹⁹Véase Jermann y Quadrini (2012) para una síntesis de los principales tipos de fricciones financieras propuestos en la literatura aplicada en modelos estilizados.

2. El modelo

2.1. Entorno

Dotaciones. La economía tiene dos tipos de bienes. Primero, existe una dotación idiosincrásica de un bien no duradero $\mu_y y$, donde y sigue un proceso de Markov con media no condicional igual a uno, y μ_y es un factor de escala constante. Dado que μ_y se asume no estocástico, no existe incertidumbre agregada, lo cual implica por la Ley de los Grandes Números, que la dotación agregada del bien no duradero es igual a μ_y . Esta dotación puede ser interpretada como el ingreso laboral cuando la oferta laboral se encuentra fija.

Segundo, existe un número perfectamente divisible del bien duradero (vivienda) en oferta fija normalizado a H_S .

Preferencias. Existen dos tipos de hogares, una medida ψ de hogares Impacientes (“Prestatarios”) con factor de descuento β ; y una media $(1 - \psi)$ de hogares Pacientes (“Ahorradores”) con factor de descuento $\tilde{\beta}$, donde $\beta < \tilde{\beta}$. A lo largo del artículo, para variables de decisión comunes a ambos tipos de hogares, x denota decisiones de Prestatarios, mientras que $\tilde{x}$ representa las de los Ahorradores.

Los Prestatarios obtienen una fracción κ de la dotación agregada no duradera μ_y , mientras que los Ahorradores la fracción remanente $1 - \kappa$. Los hogares derivan su utilidad por período $u()$ y $\tilde{u}()$ de consumo no duradero (c para Prestatarios, $\tilde{c}$ para Ahorradores) y consumo en vivienda que es proporcional al inventario de vivienda que se posee en ese período (h para Prestatarios, $\tilde{h}$ para Ahorradores).²⁰ Las viviendas pueden ser compradas en cualquier período a precio p (relativo al bien no duradero).

Existe también un banco competitivo, el cual es propiedad de los hogares Pacientes (“Ahorradores”).

Activos. Los hogares pueden comprar, del banco competitivo, depósitos d' que pagan una tasa libre de riesgo r^d . Los hogares pueden asimismo comprar casas a precio p , establecido en términos del bien no duradero. Las casas son activos riesgosos, sujetos a riesgo agregado (dado la dotación y) y un choque de depreciación idiosincrásico ω . Al principio de cada período, cada hogar enfrenta una realización de ω tal que el inventario de vivienda es ωh_{-1} . El

²⁰ u y $\tilde{u}$ deben cumplir con los requisitos mínimos para las funciones de utilidad: no decreciente y cuasi cóncavas.

choque de depreciación ω es i.i.d. en los hogares, tiene una distribución acumulada lognormal $F(\omega)$, $E(\omega) = 1$, y $\sigma = \text{var}(\ln \omega)$.

Hipotecas. Los hogares tienen acceso a un contrato de tasa fija de un período ofrecido por el banco competitivo. Sea Q el menú de precios de dicho contrato.²¹ Si un hogar toma una nueva hipoteca, obtiene Qm' en el presente periodo y accede a hacer un pago de m' en el siguiente.

Adicionalmente a la FRM definida anteriormente, un contrato SAM es introducido. En dicho contrato, los pagos están indexados al choque de depreciación idiosincrásico ω . Específicamente, el pago del siguiente periodo está dado por $(\omega')^{\iota} m'$, donde ι es un parámetro de indexación. Nótese que, comparado con un esquema de indexación lineal puro, este contrato indexado no lineal es más benéfico para los hogares, dado que el alivio en los pagos es mayor para choques negativos, y pagos adicionales son menores para choques positivos (ver Figura 1 para una comparación de un SAM con 10 por ciento de indexación y una indexación lineal de 10 por ciento. Al mismo tiempo, cuando $\iota = 0$, el contrato se convierte en un contrato de tasa fija con un período. Dado que el contrato SAM abarca el FRM, todas las definiciones se expresarán en términos del primero.

Finalmente, cada hogar tiene la opción de no pagar sus obligaciones hipotecarias tras observar la realización de su choque de depreciación ω . Cuando se elige el impago, el hogar pierde su acumulado de vivienda el cual es absorbido por el banco. No existen otros costos para el hogar después del impago.²² El banco entonces vende la vivienda incurriendo en un costo proporcional μ .

Familia grande de Ahorradores. Mientras los Prestatarios son el enfoque principal, también se asume que los Ahorradores pertenecen a una familia grande de Ahorradores, de manera tal que pueden diversificar cualquier riesgo idiosincrásico. Como resultado, cada hogar dentro de una familia de ahorradores consume exactamente la misma cantidad de bien duradero $\tilde{c}$ y servicios de vivienda $\tilde{h}$. Asimismo, a final de cada período, la familia agrupa todos sus activos entre sus miembros.

Estado Agregado. El estado agregado está dado por la distribución del inventario de vivienda al principio del período y de depósitos/hipotecas entre ambos tipos de hogares. Se elige la distribución de activos de Prestatarios $(\Theta(h_{-1}, m))$, donde h_{-1} representa el inventario inicial

²¹La tasa de interés hipotecaria r^m es por tanto dada por $(1 + r^m) = 1/Q$.

²²El impago no genera exclusión de mercado y cancela la deuda hipotecaria.

de vivienda de un Prestatario y m el pago hipotecario inicial prometido para el período. Sea $X = \{\Theta(h_{-1}, m)\}$ el estado agregado de la economía.

Figura 1: Indexación SAM y Lineal

Nota: Porcentaje del pago de la hipoteca original en función de omega (ω), para una indexación lineal y SAM del 10%.

2.2. Problema del Prestatario

Cada prestatario inicia el período con un portafolio $x = \{h_{-1}, m\}$ de inventario de vivienda y pagos hipotecarios prometidos para dicho período. Cada hogar también obtiene una realización de la dotación de bien no duradero y y conoce el valor del choque de depreciación idiosincrásico ω .

Los prestatarios toman decisiones pago/impago acerca de sus pagos hipotecarios actuales $\omega^l m$, luego eligen consumo (c, h) junto con las obligaciones hipotecarias totales del siguiente período m' tomando como dado el contrato hipotecario con indexación ι y el menú de precios hipotecarios Q . Se asume y verifica posteriormente que la decisión de impago a nivel familia se encuentra caracterizado por un umbral $\bar{\omega}$. Esto es, el hogar honra su pago prometido cuando $\omega > \bar{\omega}$ y suspende los pagos en caso contrario. Sea $D(\omega)$ la función de impago asociada con el umbral $\bar{\omega}$.

Dado el contrato hipotecario con indexación ι y la función de precio hipotecario $Q(h, m', X; \iota)$, precio de vivienda $p(X, \iota)$, y reglas de decisión futuras, el problema recursivo de un Prestamista

consiste en elegir consumo no duradero c , inventario de vivienda h , pagos hipotecarios prometidos totales m' y una regla de impago $D(\omega)$ para resolver:

$$V(h_{-1}, m, y, X; \iota) = \max_{c, h, m', D} u(c, h) + \beta E_{y'} V(h, m', y', X', \iota)$$

$$c + p(X, \iota)h + (1 - D(\omega))\omega' m = \frac{\kappa}{\psi} \mu_y y + \\ (1 - D(\omega))\omega p h_{-1} + Q(h, m', X; \iota) m'$$

Noten cómo las funciones explícitamente dependen del parámetro de indexación ι . El lado izquierdo de la restricción presupuestaria consiste en el consumo no duradero y el consumo de vivienda, así como los pagos hipotecarios prometidos $\omega' m$ condicionados a la decisión de impago $(1 - D(\omega))$. El lado derecho incluye la dotación del bien no duradero y , el valor de las casas condicionado a la decisión de impago $(1 - D(\omega))\omega p h_{-1}$, y los recursos de hipotecas adicionales incurridas en el periodo actual, las cuales están determinadas por los pagos adicionales $Q(h, m', X; \iota) m'$ del siguiente período.

2.3. Problema del Ahorrador

Dentro de la familia representativa de Ahorradores, cada hogar inicia el período con el mismo portafolio $(\tilde{h}_{-1}, d)$ de inventario de vivienda y depósitos de un período. La familia recauda las dotaciones de bienes no duraderos de todos los miembros, μ_y , que es igual a la media incondicional de y . También recopila el stock inicial de viviendas de todos los miembros, que está dado por $\int \omega \tilde{h}_{-1} dF(\omega) = E(\omega) \tilde{h}_{-1} = \tilde{h}_{-1}$.²³ Dado el precio de vivienda $p(X; \iota)$ y la tasa libre riesgo $r^d(X, \iota)$, el problema recursivo de una familia representativa de Ahorradores consiste en elegir consumo no duradero $\tilde{c}$, inventario de vivienda $\tilde{h}$, y nuevos depósitos d' para resolver

$$\tilde{V}(\tilde{h}_{-1}, d, X; \iota) = \max_{\tilde{c}, \tilde{h}, d'} \tilde{u}(\tilde{c}, \tilde{h}) + \beta \tilde{V}(\tilde{h}, d', X'; \iota)$$

$$\tilde{c} + p(\tilde{h} - \tilde{h}_{-1}) + \frac{d'}{1 + r^d} = \frac{1 - \kappa}{1 - \psi} \mu_y + d$$

²³Dado que $E(\omega) = 1$, el stock inicial de vivienda, después de realizado ω , se mantiene constante. Nótese que, en esta etapa, existe heterogeneidad a nivel de cada miembro. Sin embargo, la familia agrupa su stock total de vivienda entre sus miembros y la heterogeneidad desaparece.

Nótese que a pesar que los hogares en la familia representativa de Ahorradores están también sujetos a choques idiosincrásicos de depreciación, permanecen completamente no afectados por esto, dado que, en equilibrio, no adquieren ninguna deuda.

2.4. Bancos y el precio de la hipoteca

El banco competitivo es propiedad de los Ahorradores, por lo que, al elegir un programa de precios hipotecarios, toman en cuenta el factor de descuento estocástico (FDE) de los Ahorradores. Sin embargo, dado que no hay incertidumbre agregada, el FDE siempre es igual a uno. Los bancos también dan por hecho las reglas de decisión futura, incluida la decisión predeterminada de los Prestatarios. En equilibrio, dados los costos administrativos θ , los precios hipotecarios $Q(h, m', X; \iota)$ satisfacen:

$$Q(h, m', X; \iota) = \frac{\Gamma(h, m', X'; \iota)}{(1 + r^d(X))(1 + \theta)}$$

donde Γ satisface

$$\Gamma(h, m', X'; \iota)m' = \underbrace{\int_{\bar{\omega}'}^{\infty} \omega' dF(\omega) m'}_{\text{pagos no suspendidos}} + \underbrace{(1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}'} \omega dF(\omega) p(X'; \iota)h}_{\text{viviendas embargadas de hogar con impago}}$$

La función Γ representa los recursos que el banco obtiene por cada unidad de pago prometido del período siguiente, dado el colateral total del hogar h el total prometido y el cupón prometido total $(\omega')^i m'$. Consta de dos partes. La primera da cuenta de la fracción no incumplida $\int_{\bar{\omega}'}^{\infty} \omega' dF(\omega)$ del pago del cupón del próximo período m' . La segunda parte es el valor de las casas asociado con hipotecas con pagos suspendidos $\int_0^{\bar{\omega}'} \omega dF(\omega) p(X')h$, neto del costo de embargo μ .²⁴

Finalmente, debido a que no hay incertidumbre agregada, los dividendos son iguales a cero.

²⁴Una manera alternativa de interpretar la función de pagos es asumiendo que los bancos viven durante dos períodos. En el primero obtienen depósitos de los Ahorradores para comprar un portafolio diversificado de hipotecas. En el segundo, los bancos pagan sus obligaciones con fondos que obtienen de los pagos de cupones no incumplidos y de la venta de casas incautadas.

2.5. Equilibrio Estacionario

Sea $s = \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}_+$ el espacio individual de los Prestatarios, $\tilde{s} = \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}_+$ el de los Ahorradores, y S el espacio agregado.

Un equilibrio recursivo competitivo estacionario es una colección de reglas de decisión de los Prestatarios $c, m', h, \bar{\omega} : s \times S \rightarrow \mathbb{R}$; reglas de decisión de los Ahorradores $\tilde{c}, \tilde{h}, \tilde{d} : \tilde{s} \times S \rightarrow \mathbb{R}$; funciones de valor asociadas $V : s \times S \rightarrow \mathbb{R}$ and $\tilde{V} : \tilde{s} \times S \rightarrow \mathbb{R}$, reglas de decisión futuras $g^c, g^m, g^h, g^{\bar{\omega}} : s \times S \rightarrow \mathbb{R}$; precios $p, r^d : S \rightarrow \mathbb{R}$, menú de precios de hipoteca $Q : s \times S \rightarrow \mathbb{R}$ y distribución Θ tal que:

1. Las reglas de decisión y funciones de valor resuelven ambos problemas de los hogares, tomando decisiones futuras, p, r^d , y Q como dados.
2. Todos los mercados se despejan (oferta igual a demanda)

$$\psi \left[\int \left(c + \mu \int D(\omega) \omega p h_{-1} dF(\omega) + \theta Q m' \right) d\Theta \right] + (1 - \psi) \tilde{c} = \mu_y$$

$$\psi \int h d\Theta + (1 - \psi) \tilde{h} = H_s$$

$$(1 + \theta) \psi \int Q m' d\Theta = (1 - \psi) \frac{d'}{(1 + r^d)}$$

3. Θ es una medida de probabilidad estacionaria.
4. Las reglas de decisión actuales y futuras coinciden para todos los posibles estados.

2.6. Caracterización del Equilibrio

Esta sección desarrolla las condiciones de equilibrio de algunas de las variables de decisión. En el caso de los Prestatarios, la decisión óptima de incumplimiento satisface:

$$\bar{\omega} p h_{-1} = \bar{\omega}' m$$

Esta condición iguala el costo actual de impago, el cual es dado por la pérdida del valor en el inventario de vivienda $\bar{w}ph_{-1}$, con el costo de cumplir con la obligación hipotecaria $\bar{w}'m$. Por otro lado, los CPOs para la familia de Ahorradores se leen:

$$\begin{aligned}\tilde{u}_{\tilde{c}} &= \tilde{\beta}(1 + r^d)\tilde{u}_{\tilde{c}'} \\ p\tilde{u}_{\tilde{c}} &= \eta u_{\tilde{h}} + p'\tilde{\beta}\tilde{u}_{\tilde{c}'}\end{aligned}$$

en donde, en el caso de equilibrio estacionario, $p = p'$ y $u_{\tilde{c}} = u_{\tilde{c}'}$. De la primera ecuación, la tasa libre de interés puede obtenerse en equilibrio estacionario como $1 + r^d = 1/\tilde{\beta}$.

3. Calibración

Un resumen de la calibración para una frecuencia anual se muestra en la Tabla 1. Los detalles se discuten a continuación.

Ingreso. La dotación idiosincrásica del bien no duradero y se asume como un proceso AR(1) de la forma:

$$\log y = \rho \log y_{-1} + (1 - \rho^2)^{1/2} \varepsilon$$

en donde $E(\varepsilon) = 0$, $E(\varepsilon^2) = \sigma_\varepsilon^2$, y ρ es la autocorrelación de un período, así como σ_ε es la desviación estándar no condicional. Nótese que, con esta forma funcional, la media no condicional de y es igual a 1. Estimaciones recientes²⁵ de la dinámica del ingreso para un modelo de agentes heterogéneos reporta $\rho = 0,98$ y $\sigma_\varepsilon = 0,3$ en promedio. Se eligen dichos valores, y se aproxima dicho proceso AR(1) con una cadena de Markov de 5 estados utilizando el algoritmo de Tauchen & Hussey's (1991).

Finalmente, μ_y es igual a 1,0 para calcular la distribución estacionaria, e igual a 0,99 en el primer período de la trayectoria de transición y a 1,0 desde el segundo período en adelante con la finalidad de emular un choque de un período a la media de la dinámica del ingreso.

Costo de Embargo. Un valor de 0.22 es elegido para el parámetro de ejecución μ , siguiendo el trabajo de Pennington-Cross (2006) que estudia los ingresos por ventas de liquidación de casas embargadas utilizando datos nacionales.

Choque de Depreciación. El choque de depreciación ω sigue una distribución lognormal con media uno y $\sigma = \text{var}(\ln \omega)$. Nótese que, en el modelo, ambos incumplimiento y ejecución

²⁵Véase Storesletten et al. (2004).

se llevan a cabo en el mismo período. En el mundo real, solo una fracción de las hipotecas morosas termina siendo ejecutado dos años después de la fecha inicial de incumplimiento en promedio. Usando datos recopilados por ATTOM Data Solutions, la tasa de morosidad promedio en hipotecas residenciales unifamiliares durante el período 2001-2017 fue del 5.25 por ciento, mientras que la tasa promedio de ejecuciones hipotecarias fue de 1.05 por ciento. Se elige un objetivo de 3.0 por ciento como tasa predeterminada, lo que da como resultado un valor de 0.103 para σ .

Demografía y Participación de Ingresos. La masa de prestatarios (ψ) y ahorradores ($1 - \psi$) es obtenida calculando una posición neta de activos financieros para los hogares en la Encuesta de Finanzas del Consumidor 2016 (SCF-16) Esta posición neta es igual al valor total de los activos financieros menos el valor total de la deuda. Los Prestatarios se definen como aquellos con una posición negativa y representan 48 por ciento de los hogares en la encuesta. Además, con esta definición, representan el 32.5 por ciento del ingreso total del hogar, que es el valor asignado a κ .

Preferencias. Las funciones de utilidad por período son de la forma

$$\begin{aligned} u(c, h) &= \ln c + \eta \ln h \\ \tilde{u}(\tilde{c}, \tilde{h}) &= \ln \tilde{c} + \tilde{\eta} \ln \tilde{h} \end{aligned}$$

Los parámetros η y $\tilde{\eta}$ son escogidos para igualar las proporciones promedio de riqueza de vivienda-ingreso de Prestatarios y Ahorradores en SCF-16, bajo la definición previamente mencionada. La razón promedio para Prestatarios es 4.14, mientras que para Ahorradores es 4.51, lo cual implica valores de η y $\tilde{\eta}$ de 0.063 y 0.060 respectivamente.²⁶ El factor de descuento para Ahorradores $\tilde{\beta}$ es fijado en 0.99 para igualar una tasa libre de riesgo de 1 %. El factor de descuento para Prestatarios β se fija en 0.92 para igualar una razón hipoteca a ingreso de 2.42 para Prestatarios.

Hipoteca. El costo administrativo por unidad de hipoteca, θ , se fija en 40 puntos base, siguiendo a Jeske et al. (2013).²⁷

²⁶Alternativamente, η y $\tilde{\eta}$ podrían igualarse y definirse para igualar a la proporción de vivienda en gasto total en consumo de NIPA. La proporción promedio es 13.9 % para el período 2012-2016, lo cual implica un valor de η y $\tilde{\eta}$ de 0.161. Sin embargo, dicho valor genera una razón vivienda-riqueza-ingreso 4 veces mayor a la de SCF-16.

²⁷En dicho documento trabajo, el banco tiene que pagar 10 puntos base por costos administrativos y 30 puntos base por seguro.

Acervo de Vivienda. La razón media de precio a ingreso durante el período 2015-2019 fue de 3.2. Por otro lado, la razón media de renta a ingreso fue únicamente 0.2. Un promedio de ambos es elegido, 1.70, lo cual se genera por un acumulado de vivienda fijo H_s de 2.5.

Tabla 1: Calibración

Parámetros Calibrados Exógenamente			
Param	Descripción	Valor	Fuente / Objetivo
ρ	Persistencia ingreso	0.98	Storsletten et al. (2004)
σ_ε	Volatilidad ingreso	0.3	Storsletten et al. (2004)
μ	Costo de embargo	0.22	Pennington-Cross (2006)
θ	Costo administrat. hipotecas	40 PB	Jeske et al. (2013)
ψ	Masa de Prestatarios	0.48	SCF-16 posición neta activos financ.
κ	Fracción de ingreso Prestatarios	0.325	SCF-16 participación ingresos
H_s	Acervo de Vivienda	2.5	Precio vivienda/Ingreso 1.7
Parámetros Calibrados Endógenamente			
σ	Volatilidad choque depreciación	0.103	Tasa de impago 3.0 %
$\tilde{\eta}$	Preferencia por vivienda Ahorr.	0.060	Vivienda-ingreso 4.51 (SFC-16)
η	Preferencia por vivienda Prestat.	0.063	Vivienda-ingreso 4.14 (SFC-16)
$\tilde{\beta}$	Factor de descuento Ahorr.	0.99	Tasa libre de riesgo 1 %
β	Factor de descuento Prestat.	0.92	Deuda-Ingreso 2.43 (SFC-16)

4. Resultados

4.1. Resultados Agregados

Los principales resultados de la implementación de contratos SAM de indexación del 10 por ciento (SAM-10), en términos agregados, se muestran en la Tabla 2. Una columna que contiene los momentos correspondientes en los datos también está incluida. Todas las variables, con la excepción de los cambios en el bienestar, se calculan utilizando valores de la distribución estacionaria.

La calibración base con FRM genera una tasa de interés hipotecaria de 0.71 puntos porcentuales por debajo de la observada (1.77 % vs 2.48 %), un resultado esperado, dado que los

FRM en el modelo son de un período, mientras que en los datos el producto dominante es el FRM de 30 años. Al cambiar a un SAM-10, la tasa de interés hipotecaria es 0.09 puntos porcentuales más baja en promedio, lo que se explica en parte por una menor tasa de impago (0.36 puntos porcentuales por debajo), a pesar del hecho de que los contratos SAM-10 generan una mayor deuda hipotecaria agregada (4.5 por ciento más). Los precios de la vivienda son un 2.0 por ciento más altos, lo que se debe principalmente a un aumento de la demanda por viviendas de los Prestatarios. De hecho, la riqueza inmobiliaria de los Prestatarios es un 4.6 por ciento más alta, sostenida por un nivel mayor de deuda hipotecaria.

Aunque el modelo no presenta incertidumbre agregada, la economía puede estar sujeta a choques imprevistos de un período en la media del proceso de ingresos (μ_y), de manera que la respuesta sobre diferentes variables agregadas se puede examinar a lo largo de la ruta de transición. Se define a la volatilidad en el contexto de este modelo como la respuesta máxima de una variable, siguiendo el mencionado choque de un período, por encima del nivel de esa variable en el equilibrio estacionario. Con dicha definición, los precios de la vivienda son ligeramente menos volátiles con contratos SAM.²⁸ Más importante aún, las pérdidas netas de bienestar ante un choque inesperado sobre μ_y , para ambos Prestatarios y Ahorradores, son menores.²⁹

También se computan los cálculos de bienestar agregado de optar por contratos SAM. Con este fin, se resuelve la trayectoria de transición de la economía, que en el periodo 0 se encuentra en el equilibrio estacionario con hipotecas de tasa fija, y en el periodo 1 cambia a contratos SAM-10. Posteriormente, las funciones de valor en el periodo 1 se comparan con las del periodo 0.³⁰ Se encuentra que, en promedio, tanto los Prestatarios como los ahorradores se benefician del cambio a los contratos SAM: el bienestar del Prestatario aumenta

²⁸Nótese que la reducción en volatilidad es pequeña en parte debido a que la volatilidad de los precios de vivienda generada por el modelo con FRM (0.9 %) es menos de la mitad de la observada en los datos durante el período 2015-2019 (2.0 %), en donde la volatilidad de los precios de vivienda en los datos es definida como la desviación estándar sobre la media de la razón del precio de vivienda sobre el ingreso.

²⁹La función de valor (nivel de utilidad) de los Prestatarios es negativa con FRM y se convierte en positiva conforme la indexación se eleva, lo cual distorsiona los cálculos de la pérdida en bienestar (máxima respuesta en el nivel inicial). Sin embargo, dado que los resultados en equilibrio son invariantes a transformaciones monótonicas de la función de utilidad, una constante positiva puede ser agregada a cada período de utilidad de los Prestatarios para asegurar de que es positiva aún para indexación igual a cero. Los resultados varían dependiendo de la constante elegida, pero todos indican una reducción en las pérdidas de bienestar para Prestatarios ante un choque negativo sobre μ_y . Tomando en cuenta lo anterior, una constante fue elegida de manera que las pérdidas relativas en bienestar sean iguales a aquellas con FRMS tanto para Ahorradores como para Prestatarios.

³⁰En otras palabras, se compara la función de valor cuando la economía se mantiene con contratos de tasa fija (lo que es igual al tiempo 0), contra una función de valor en una economía que opta por contratos SAM.

un 0.25 por ciento, mientras que el de los Ahorradores es un 0.01 por ciento más alto, ambos en términos de consumo equivalente.

Tabla 2: Resultados Principales

	Datos^a	FRM	10-pct
	Principales Momentos		
1. Vivienda-Ingreso Ahorradores	4.51	4.51	4.47
2. Vivienda-Ingreso Prestatarios	4.14	4.14	4.34
3. Participación Vivienda Prestatarios	0.39	0.32	0.32
4. Hipotecas-Ingreso Prestatarios	2.42	2.42	2.53
5. Tasa Hipotecaria	2.48 %	1.77 %	1.68 %
6. Tasa de Impago	3.00 %	2.99 %	2.63 %
7. Precio de Vivienda	1.70	1.70	1.74
8. Volatilidad Precio de Vivienda	2.0 %	0.981 %	0.980 %
	Bienestar		
9. Pérdida Bienestar Ahorr., choque en μ_y	-	0.9488 %	0.9478 %
10. Pérdida Bienestar Prest. promedio, choque en μ_y	-	0.9488 %	0.9483 %
11. VCE ^b Ahorradores por cambio	-	-	0.01 %
12. VCE ^b Prestatario promedio por cambio	-	-	0.25 %

^a Fuente: Survey of Consumer Finance (2016) y FRED-St. Louis FED.

^b VCE: Variación de Consumo Equivalente

4.2. Resultados Distributivos

En esta subsección el cambio en el bienestar de los Ahorradores es estudiado a detalle. Para facilitar el análisis, los Ahorradores son divididos en 9 grupos, de acuerdo con su nivel de deuda hipotecaria y de riqueza inmobiliaria (vivienda).³¹ Los resultados se muestran en la Tabla 3. A pesar de que el Prestatario promedio se beneficia con un contrato indexado, no todos los hogares de este tipo están estrictamente mejor: sólo 61.4 de los Prestatarios tiene ganancias positivas. En particular, los Prestatarios con mayor deuda hipotecaria y mayor riqueza inmobiliaria están peor, como se muestra en la Tabla 3C. La razón de lo anterior se presenta a continuación.

Por construcción, los hogares impacientes en el modelo financian gastos de vivienda a través de hipotecas, lo que se refleja en el hecho de que el equilibrio estacionario del modelo exhibe una fuerte correlación entre la deuda hipotecaria y la tenencia de viviendas. Más específicamente, la mayor parte de la masa de probabilidad en la distribución estacionaria está concentrada en un conjunto “diagonal” que muestra una relación positiva entre la deuda hipotecaria y la riqueza inmobiliaria. Esta correlación se observa en la Tabla 3B, que muestra la distribución estacionaria inicial considerando los 9 grupos previamente definidos, y destaca la diagonal antes mencionada que concentra la mayor parte de la masa de probabilidad.³² Esta fuerte correlación también se encuentra en los datos, como informa la Tabla 3A. Como resultado, los Prestatarios con una gran riqueza inmobiliaria también tienen una alta deuda hipotecaria. Y, como discutido anteriormente, la alta deuda hipotecaria implica una mayor carga de pago frente a buenas realizaciones del choque de depreciación.³³

³¹Estas categorías corresponden a intervalos percentiles de deuda hipotecaria o riqueza inmobiliaria: baja (0-33), media (34-67), y alta (68-100). La categoría “bajaV” incluye valores negativos de deuda hipotecaria; lo que es igual a depósitos positivos que pagan una tasa libre de riesgo.

³²Si se divide la categoría “baja DH”, se encuentran hogares con deuda positiva para la mayor parte de la masa de probabilidad en dicho grupo. En otras palabras, los hogares impacientes no tienen depósitos. Dicho resultado, que no es siempre el caso, se mantiene dado que los factores de descuento de Prestatarios y Ahorradores son suficientemente distintos.

³³Nótese que este efecto sería mayor si se eligieran esquemas de indexación lineal.

Tabla 3: Cambios en Bienestar de Prestatarios por nivel de Deuda Hipotecaria y Vivienda

3A: Distribución en SFC-16^a

	baja V	media V	alta V
baja DH	0.24	0.07	0.03
media DH	0.09	0.19	0.06
alta DH	0.00	0.08	0.25

3B: Distribución en Modelo Base

	baja V	media V	alta V
baja DH	0.32	0.01	0.00
media DH	0.01	0.33	0.00
alta DH	0.00	0.00	0.33

3C : Cambio Bienestar en VCE^b (por ciento)

	baja V	media V	alta V
baja DH	0.11	-0.03	0.03
media DH	0.00	0.15	0.07
alta DH	-0.34	0.13	-0.10

^a Fuente: Survey of Consumer Finance (2016), para hogares con posición neta de activos financieros negativa. Esta posición es igual al valor total de activos financieros menos deuda to

^b CEV: Variación de Consumo Equivalente.

La mayor demanda de vivienda de los prestatarios que resulta del cambio a contratos SAM-10 es impulsada principalmente por hogares con deuda hipotecaria inicialmente baja y media, dado que las tasas de interés ahora son más bajas. Esto incrementa el precio de vivienda de modo que, al enfrentarse a una buena realización del choque de depreciación, los Prestatarios con deuda hipotecaria inicialmente alta encuentran óptimo vender algunas de sus viviendas para afrontar la mayor carga de pago de la hipoteca. Como resultado, la distribución de la riqueza de la vivienda se vuelve menos desigual, como se muestra en el panel izquierdo de la Figura 2. La deuda hipotecaria sigue un patrón similar: hogares con niveles iniciales bajos y medios de deuda toman más de ella, mientras que aquellos inicialmente muy endeudados toman menos. Nótese que los patrones en la riqueza de la vivienda y la deuda hipotecaria tienen efectos opuestos en la distribución de la riqueza neta de los Prestatarios (activos totales

menos deuda total). Para la calibración principal, el efecto total es despreciable, como se muestra en el panel derecho de la Figura 2.

Figura 2: Curvas de Lorenz Prestatarios: Datos vs Modelo

Fuente: Survey of Consumer Finance(2016), para hogares con posiciones de activos financieros netos negativos. Esta posición es igual al valor total de los activos financieros menos la deuda total.

4.3. Resultados para distintos niveles de Indexación

Con la finalidad de explorar un potencialmente óptimo grado de indexación, se realizan los mismos cálculos para diferentes niveles de indexación. Los resultados se muestran en la Figura 3, e incluyen niveles de indexación de hasta 50 por ciento como referencia únicamente.

La tasa de impago de equilibrio es decreciente con el nivel de indexación. Lo anterior permite que se pueda tomar mayor deuda hipotecaria para financiar casas más grandes cuando la indexación es más alta, lo que ultimadamente sucede en el equilibrio: tanto la deuda hipotecaria como el consumo inmobiliario de los Prestatarios son crecientes con el nivel de indexación. Esta creciente demanda de los Prestatarios se puede trasladar en mayores precios inmobiliarios. Sin embargo, mientras que los precios de vivienda aumentan con el nivel de indexación, su volatilidad disminuye.³⁴ Además, optar por contratos SAM genera ganancias

³⁴La volatilidad comienza a incrementarse con niveles de indexación mayores al 60 por ciento. No obstante, dicho resultado no es cuantitativamente relevante por el riesgo moral de subinversión en mantenimiento.

Figura 3: Resultados para distintos niveles de Indexación

Nota: La riqueza de vivienda, la deuda hipotecaria, la tasa de interés hipotecaria, la tasa de incumplimiento y el precio de la vivienda corresponden a sus niveles de equilibrio estacionario. La volatilidad del precio de vivienda se calcula como la mayor desviación relativa del precio de la vivienda, a lo largo de la ruta de transición, luego de un choque no esperado de un período en el ingreso agregado de -1.0%. Los cambios en el bienestar, expresados como Variación de Consumo Equivalente (VCE), se calculan en el período 1 de la trayectoria de transición desde el equilibrio estacionario inicial con hipotecas a tasa fija a uno con contratos SAM de diferentes niveles de indexación.

de bienestar mayormente crecientes para Ahorradores, con respecto al caso con contratos no contingentes. Sin embargo, las ganancias en bienestar para el Prestatario promedio son positivas únicamente para niveles de indexación por debajo del 22 por ciento (ver panel derecho de la Figura 3). De hecho, las ganancias alcanzan un máximo en un nivel de indexación de 10 por ciento y caen monotónicamente después.

Adicionalmente, se evalúa la manera en que la fracción de Prestatarios con ganancias positivas varía con los niveles de indexación. Se encuentra que más de la mitad de los Prestatarios exhiben ganancias positivas para grados de indexación por debajo de 21 por ciento (véase panel derecho bajo de la Figura 3). Dicha fracción alcanza un máximo en un nivel de 5 por ciento de indexación y cae monotónicamente a mayores niveles. Como consecuencia, cualquier indexación entre 5 y 10 por ciento podría maximizar las ganancias de un Prestatario promedio, y la fracción de Prestatarios con ganancias positivas. Además, este resultado implica que, para la calibración utilizada en este artículo, las ganancias en bienestar del Prestatario promedio están fuertemente correlacionadas con el hecho de que la masa de Prestatarios con ganancias positivas se encuentra por encima de 50 por ciento.

Figura 4: Cambios de Bienestar de Prestatarios para distintos niveles de Impaciencia

Nota: Los cambios en el bienestar, expresados como Variación de Consumo Equivalente (VCE), se calculan en el momento 1 de la ruta de transición de un equilibrio estacionario con hipotecas de tasa fija a uno con contratos SAM de diferentes niveles de indexación.

No obstante, un análisis de sensibilidad muestra que este último resultado no es siempre el caso. Este patrón de similitud cambia, por ejemplo, cuando el nivel de paciencia de los Prestatarios se modifica. La Figura 4 muestra dos casos opuestos: uno en el que los Prestatarios son

más impacientes ($\beta = 0,94$), ambos con respecto a la calibración principal ($\beta = 0,92$). Si los Prestatarios son más impacientes, la fracción de Prestatarios con ganancias positivas no se encuentra jamás por encima del 50 por ciento. Por el contrario, si los Prestatarios son más pacientes, la masa de Prestatarios que se benefician es mayor para cada nivel de indexación, aunque el Prestatario promedio típicamente muestra pérdidas de bienestar. Por lo tanto, este hallazgo subraya la importancia de explícitamente modelar la heterogeneidad de hogares del mismo tipo para evaluar a fondo los efectos de introducir contratos SAM.

5. Conclusión

Los contratos de apreciación hipotecaria compartida (SAM) han sido propuestos como una alternativa para aliviar las consecuencias negativas de las recesiones. Dichos contratos típicamente tienen pagos indexados a precios locales de vivienda. Utilizando un modelo de agentes heterogéneos con dos tipos de agentes (Prestatarios y Ahorradores), y riesgo idiosincrásico no asegurable, este documento estudia los efectos, en la economía y en el bienestar, de introducir contratos SAM. Se encuentra que, con contratos SAM, las tasas de impago de equilibrio, la volatilidad en los precios de casas, y las pérdidas en bienestar de Prestatarios y Ahorradores (ante un choque negativo agregado en el ingreso) son menores. Además, optar por contratos SAM beneficia al Prestatario y Ahorrador promedio. Sin embargo, no todos los Prestatarios obtienen resultados estrictamente mejores: Prestatarios con altos niveles de deuda hipotecaria y riqueza inmobiliaria empeoran su situación.

Este artículo contribuye a la línea de la literatura que estudia el diseño hipotecario, analizando los efectos distributivos de optar hacia contratos SAM, en el contexto de un modelo de equilibrio general con riesgo idiosincrásico no asegurable. Diversas extensiones podrían ser estudiadas en este contexto. Estas incluyen: introducir contratos a largo plazo para hacer coincidir los datos de manera más precisa, agregar incertidumbre agregada para estudiar mejor los efectos sobre la volatilidad y pérdidas de bienestar durante recesiones, y explícitamente abortar el riesgo moral de subinversión en mantenimiento. Dichas extensiones quedan para futuras investigaciones.

Referencias

- [1] Aiyagari, S. R., 1994. "Uninsured Idiosyncratic Risk and Aggregate Saving," *The Quarterly Journal of Economics* Vol. 109 (3): 659-684.
- [2] Bernanke, B., Gertler, M., and Gilchrist, S., 1996. "The Financial Accelerator and the Flight to Quality," *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 78(1), pages 1-15, February.
- [3] Caplin, A., Chan, S., Freeman, C., and Tracy, J., 1997. "Housing Partnerships: A New Approach to a Market at a Crossroads," MIT Press.
- [4] Caplin, A., Carr, J. H., Pollock, F., and Tong, Z. Y., 2007. "Shared-Equity Mortgages, Housing Affordability, and Homeownership," Fannie Mae Foundation Special Report.
- [5] Caplin, A., Cunningham, N., Engler, M., and Pollock, F., 2008. "Facilitating Shared Appreciation Mortgages to Prevent Housing Crashes and Affordability Crises," The Hamilton Project at the Brookings Institution.
- [6] Chatterjee, S. and Eyigungor, B., 2011. "A Quantitative Analysis of the U.S. Housing and Mortgage Markets and the Foreclosure crisis". Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper.
- [7] Condor, R. 2019. "Measuring the Cost of U.S. Housing Policy," Working Papers 2019-08, Banco de México.
- [8] Corbae, D. and Quintin, E., 2014. "Leverage and the Foreclosure Crisis". Working Paper, University of Wisconsin.
- [9] Davis, M. and Van Nieuwerburgh, S., 2015. "Housing, Finance, and the Macroeconomy," Chapter 12 in *Handbook of Regional and Urban Economics*, 2015, vol. 5, pp 753-811.
- [10] Elenev, V., Landvoigt, T., and Van Nieuwerburgh, S., 2015. "Phasing out the GSEs". NBER Working Paper, Cambridge, MA.
- [11] Fazilet, F., 2017. "Implications of State-Contingent Mortgage Contracts in Housing Markets," Working Paper.

- [12] Greenwald, D. and Landvoigt, T., and Van Nieuwerburgh, S., 2018. “Financial Fragility with SAM?” (August 2, 2018). MIT Sloan Research Paper No. 5261-17.
- [13] Guler, 2015. "Innovations in Information Technology and the Mortgage Market, Review of Economic Dynamics, vol. 18(3), pages 456-483, July.
- [14] Guren, A., Krishnamurthy, A., and Mcquade, T., 2018. “Mortgage Design in an Equilibrium Model of the Housing Market,” Working Paper, Boston University and Stanford GSB.
- [15] Hartman-Glaser, B. and Hébert, B. M., 2019. “The Insurance Is the Lemon: Failing to Index Contracts”. NBER Working Paper No. w25450.
- [16] Jermann, U. and Quadrini, V., 2012. "Macroeconomic Effects of Financial Shocks, American Economic Review, American Economic Association, Volumen 102, No 1, pp. 238-71.
- [17] Jeske, K., Krueger, D., and Mitman, K., 2013. "Housing, Mortgage Bailout Guarantees and the Macro Economy". Journal of Monetary Economics.
- [18] Kiyotaki, N. and Moore, J., 1997. Credit Cycles". Journal of Political Economy, Vol. 105, No. 2, pp. 211-248.
- [19] Mian, A. and Sufi, A., 2014. “House of Debt”. University of Chicago Press.
- [20] Pennington-Cross, A., 2006, "The durations of foreclosures in the subprime mortgage market: a competing risk model with mixing", Working Papers 2006-2007, Federal Reserve Bank of Saint Louis.
- [21] Piskorski, T. and Tchistyi, A., 2010. Optimal Mortgage Design, Review of Financial Studies, Volume 23, Issue 8, pp. 3098–3140
- [22] ——— 2011. “Stochastic House Appreciation and Optimal Mortgage Lending,” Review of Financial Studies, Volumen 24, Issue 5, pp. 1407–1446.
- [23] ——— 2018: “An Equilibrium Model of Housing and Mortgage Markets with State-Contingent Lending Contracts,” NBER Working Paper No. 23452. ol. 102(1): 238-271.
- [24] Sanders, A. B. and Slawson, Jr., V. C., 2005. “Shared Appreciation Mortgages: Lessons from the UK,” (July 2005).

- [25] Shiller, R. J. and Weiss, A. N., 1999. "Home Equity Insurance," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 19, 21–47.
- [26] Shiller, R. J., Wojakowski, R., Ebrahim, M. S., and Shackleton, M., 2013. "Mitigating Financial Fragility with Continuous Workout Mortgages". *Journal of Economic Behavior and Organization* 85: 269-285.
- [27] ——— 2013: "Automatic Workout Mortgages and Housing Consumption Choice". Unpublished working paper, New Haven: Yale University.
- [28] Shiller, R. J., 2014. "Why is Housing Finance still in stuck in such a primitive stage," *American Economic Review: Papers & Proceedings* 104 (5): 73-76.
- [29] Storesletten, K., Telmer, C., and Yaron, A., 2004, "Consumption and risk sharing over the life cycle", *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, Vol. 51(3), pages 609-633, April.
- [30] Tauchen, G. and Hussey, R., 1991, "Quadrature-based methods for obtaining approximate solutions to non-linear asset pricing models", *Econometrica*, Vol. 59, 371-396.