



# NOTAS MONETARIAS

BANCO DE GUATEMALA, septiembre - octubre 2022, No. 177, año 24

## ¿Qué nos dice el *machine learning* sobre los predictores de inflación?

### Contenido

1. ¿Qué nos dice el *machine learning* sobre los predictores de inflación? ..... p. 1
2. Evitar una epidemia financiera: el papel de las políticas macroprudenciales ..... p. 5

### Resumen

En este artículo se examinan los posibles predictores de la inflación, a través de un enfoque de *machine learning*, simple, agnóstico, pero computacionalmente intenso. Específicamente, predice la inflación IPC en 20 economías avanzadas, entre el año 2000 y 2021, utilizando mil árboles de regresión y seis variables macroeconómicas importantes. Este método produce pronósticos que sistemáticamente superan a los de los modelos econométricos de referencia, con una reducción en la raíz del error cuadrático medio (RMSE) del 28% relativa a un modelo autorregresivo AR(1) y una reducción del 8% respecto a un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En general, los resultados resaltan el papel que juegan las expectativas de inflación, sin embargo, su importancia aparenta haber disminuido en los últimos 10 años.

### 1. Introducción

¿Cuáles son los principales predictores de la inflación? ¿Qué papel juegan las expectativas? Estas preguntas han estado presentes desde los años 60, cuando inició la revolución de expectativas racionales.

Utilizando un método no paramétrico, pero intensivo en datos, este estudio intenta darles una nueva luz a dichas preguntas. Específicamente, aplica el método de bosques aleatorios, para desenredar los predictores de la inflación desde el año 2000 en 20 economías avanzadas. Más allá de comparar su desempeño con modelos econométricos tradicionales, también intenta interpretar las razones económicas detrás del relativo éxito de esta técnica en explicar la inflación.

En general, este estudio muestra un rendimiento relativamente

fuerte de los bosques aleatorios en la predicción de la inflación total y subyacente, incluso cuando solo se utilizó un conjunto pequeño de variables explicativas. De hecho, la RMSE fuera de muestra del modelo de *machine learning* (ML) fue menor a la RMSE del modelo MCO dentro de la muestra, utilizando las mismas variables. Esto puede implicar la existencia de importantes relaciones no lineales.

De todas, las expectativas de inflación surgen como la variable más importante, seguidas por la inflación pasada. Dicho eso, la importancia de las expectativas ha ido cayendo en los últimos 10 años. A través de toda la muestra, las variaciones en el tipo de cambio conllevan poco poder predictivo.

### 2. Modelando la inflación con árboles de regresión

#### 2.1. Selección de datos

Los países incluidos en este estudio son economías avanzadas, con una población mayor a un millón de habitantes y un PIB per cápita mayor a \$25,000. Estos son: Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Estados Unidos. Para la inflación se utilizó la inflación trimestral desestacionalizada. El rango temporal es desde el año 2000 hasta mediados del año 2021.

Las variables explicativas son: la inflación rezagada; expectativas a 12 meses de inflación, recaudadas en un censo mensual por *Consensus Economics*; la brecha del producto, obtenida aplicando un filtro HP unilateral a las series de PIB real; la variación porcentual acumulada del precio del petróleo (Brent) a lo largo de un año; la variación porcentual acumulada del tipo de cambio nominal efectivo del Banco de Pagos Internacionales para cada país; y la inflación PPI (Índice de Precios del Productor) de tres economías principales (Estados Unidos, China y la Zona Euro).

La inflación anualizada promedio a lo largo del panel es de 1.87%, con una desviación estándar de 3.20%. La inflación subyacente promedio es de 1.59% con una desviación de 1.61%. Las expectativas de inflación promedian 1.80%, con desviación de 0.89%.

El modelo MCO basado en las seis variables explicativas es capaz de explicar el 39% de la variación de la inflación trimestral (Tabla A1). Todas se correlacionan fuertemente con la inflación con un estadístico t que varía entre 2.0 (para la brecha del producto) y 42.1 (para las expectativas de inflación). El estadístico F de este modelo es de 523.0 (p-valor < 0.001).

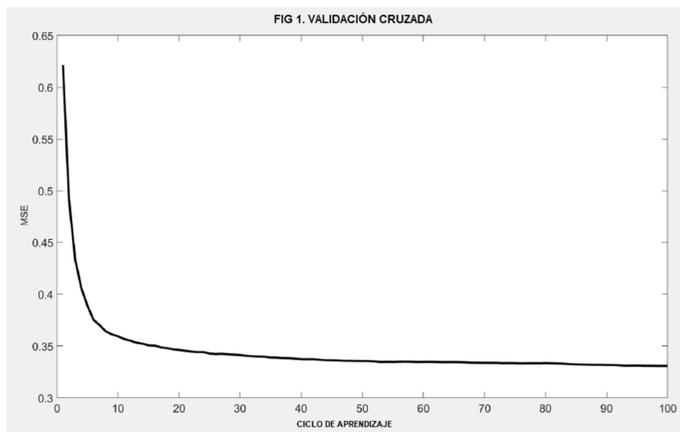
1 David José Gabriel Maselli, Departamento de Investigaciones Económicas, Sección de Modelos Macroeconómicos. Resumen y traducción libre de la publicación: *What does machine learning say about the drivers of inflation?*, publicación de Kohlscheen, E., en noviembre de 2021, Banco de Pagos Internacionales.

## 2.2. Bosques aleatorios

De manera alternativa, la inflación IPC puede ser predicha por medio de árboles de regresión y bosques aleatorios. La ventaja principal de estos métodos es que son capaces de acomodar relaciones no lineales y capturar interacciones potencialmente complejas entre las variables explicativas. En estos modelos, la predicción se convierte esencialmente en un problema de clasificación.

El algoritmo de regresión genera árboles basándose en las divisiones sucesivas del panel de acuerdo a una variable explicativa y un umbral asociado que minimice el promedio de los residuos cuadráticos luego de dicha división. Este procedimiento se repite una y otra vez, para cada nodo nuevo, hasta que se llegue a una profundidad predeterminada. Luego toma el promedio de la variable a explicar para cada uno de los nodos finales, y toma dicho valor como la predicción, que luego compara con los valores observados de la variable de interés.

Para introducir aleatoriedad, se construye un conjunto grande de árboles, basado en submuestras seleccionadas al azar. En lugar de depender de un solo árbol, las predicciones se basan en el promedio de muchos árboles, esto es, un bosque aleatorio. La ventaja principal de este es que, para un mayor número de árboles, la varianza de las predicciones se reduce y la sobreparametrización es minimizada. En la figura 1 se muestra cómo el error cuadrático medio decae rápidamente con el número de árboles.



## 2.3. Medición del desempeño

La tabla 1 muestra el RMSE del modelo para la inflación, y también las razones de RMSE entre el método de árboles de regresión y referencias econométricas tradicionales para bosques de 100 y 1,000 árboles. Esto lo hace para distintas profundidades de árboles. El parámetro que controla dicha profundidad es el número mínimo de observaciones por nodo intermedio (denotado por p). Un valor menor para cada nodo implica árboles más profundos. Los árboles demasiado profundos pueden ser más propensos a sobreparametrización.

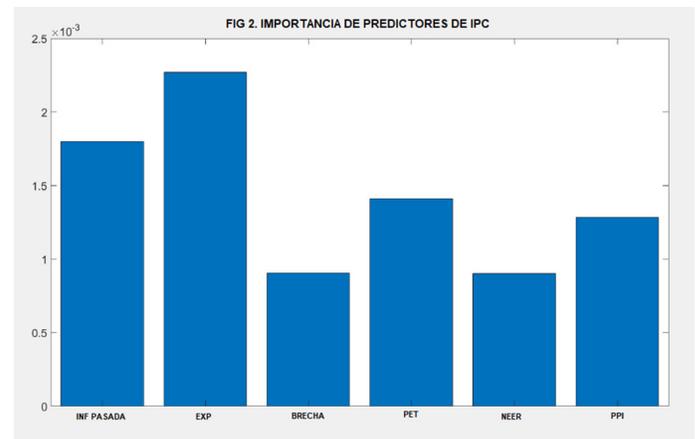
TABLA 1 – RMSE ABSOLUTO Y RELATIVO PARA INFLACIÓN IPC

p	RMSE		RMSE relativo		RMSE relativo	
	Dentro de muestra	Fuera de muestra	Dentro de muestra		Fuera de muestra	
			AR(1)	MCO	AR(1)	MCO
<b>100 árboles</b>						
4	0.279	0.573	0.352	0.452	0.734	0.929
6	0.299	0.570	0.377	0.484	0.731	0.925
8	0.319	0.571	0.402	0.517	0.733	0.928
10	0.34	0.572	0.428	0.550	0.733	0.928
12	0.355	0.574	0.447	0.575	0.736	0.931
14	0.37	0.574	0.466	0.598	0.736	0.932
16	0.381	0.572	0.48	0.616	0.733	0.929
18	0.394	0.576	0.496	0.637	0.738	0.935
20	0.404	0.577	0.509	0.654	0.74	0.937
30	0.44	0.577	0.554	0.712	0.739	0.936
60	0.499	0.589	0.628	0.807	0.755	0.956
120	0.548	0.604	0.69	0.887	0.774	0.98
<b>1,000 árboles</b>						
4	0.276	0.565	0.347	0.446	0.724	0.917
6	0.297	0.565	0.374	0.48	0.724	0.917
8	0.319	0.567	0.401	0.516	0.727	0.92
10	0.337	0.567	0.424	0.545	0.727	0.92
12	0.353	0.567	0.445	0.571	0.726	0.92
14	0.368	0.569	0.463	0.595	0.729	0.923
16	0.381	0.569	0.479	0.616	0.73	0.924
18	0.392	0.57	0.494	0.634	0.73	0.925
20	0.402	0.571	0.506	0.65	0.731	0.926
30	0.44	0.575	0.554	0.711	0.737	0.933
60	0.499	0.586	0.628	0.807	0.751	0.951
120	0.547	0.601	0.689	0.885	0.77	0.975

Las razones de RMSE son menores a 1 para todas las simulaciones, indicando un rendimiento superior del método ML en relación al AR(1) y MCO. En el caso de referencia (p = 10, y 1,000 árboles), el RMSE fuera de muestra, 0.567 es incluso menor que el RMSE dentro de muestra para ambos modelos de referencia (RMSE absolutos de 0.794 y 0.618, respectivamente). Esto corresponde a una reducción en 28% y 8%.

## 3. Examinando los predictores de la inflación IPC

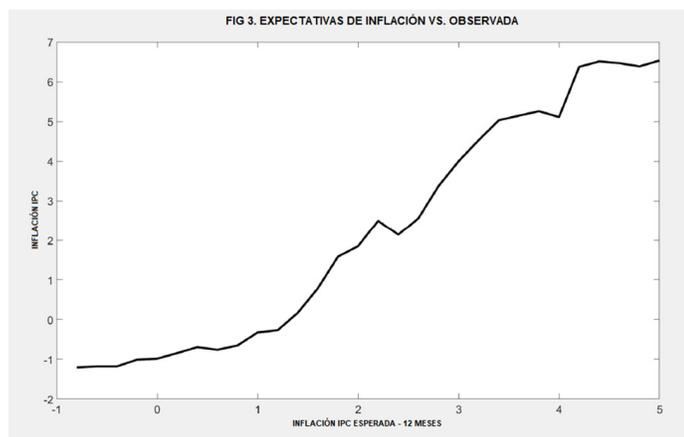
Observando la importancia relativa de cada variable en el modelo de referencia (p = 10, n = 1,000), podemos determinar cuáles han tenido mayor influencia sobre la inflación. El estadístico resume la contribución de cada variable en reducir la RMSE a lo largo de todas las divisiones y todos los árboles. La figura 2 muestra que las expectativas de inflación son las mayores contribuyentes, seguidas por la inflación pasada. Ambos factores son seguidos por los precios del petróleo y la inflación PPI. La brecha del producto y el tipo de cambio nominal efectivo (NEER) tienen una menor incidencia.



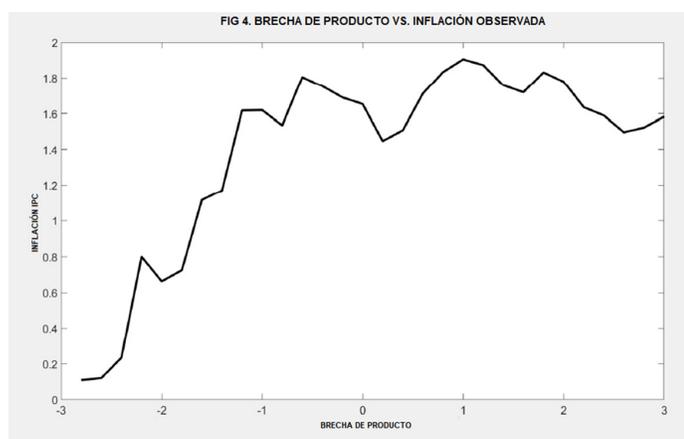
El efecto parcial de las expectativas de inflación en la inflación observada puede ser deducido al observar el valor predicho de inflación variando el valor de las expectativas y manteniendo

todas las demás variables constantes. El resultado puede observarse en la figura 3.

Expectativas de inflación más altas son asociadas con mayores niveles de inflación. La pendiente promedio en el intervalo mostrado es de 1.1. Los efectos de las expectativas aparentan ser mayores en valores intermedios (mayor pendiente), mientras que parecen disminuir para valores muy grandes o pequeños.



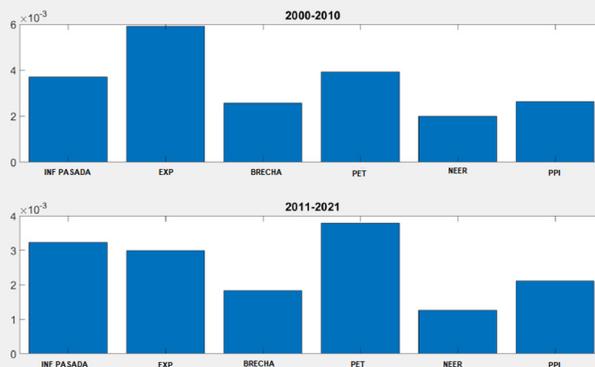
Un análisis similar puede realizarse con la brecha del producto, la cual es comúnmente incluida en modelos teóricos de inflación y en la función de reacción de la autoridad monetaria. En la figura 4, se puede observar que existe una relación positiva entre la brecha del producto y los distintos niveles de inflación. Sin embargo, se observa que esta no es una relación lineal, y que el efecto es más fuerte cuando la brecha es negativa. Esto nos indica que una economía por debajo de su potencial tiene un efecto reductor sobre la inflación, pero que una economía sobrecalentada no aparenta estimularla.



#### 4. Variación temporal

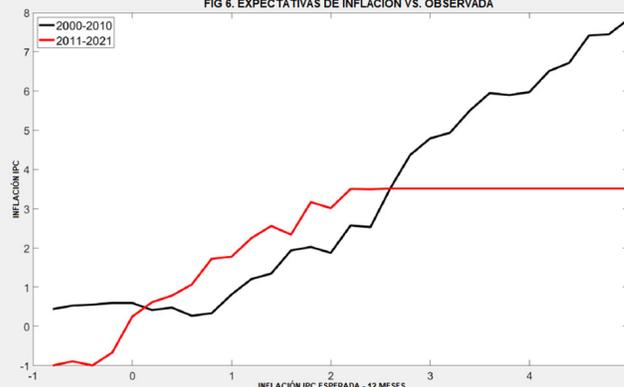
Para explorar cómo ha variado la importancia de cada variable, el panel fue dividido por década. Este ejercicio revela que, en la década más reciente, el papel que juegan las expectativas ha disminuido, mientras que las variaciones en el precio del petróleo se han vuelto más importantes (figura 5). En ambas décadas las variaciones del tipo de cambio han sido las de menor relevancia.

FIG 5. IMPORTANCIA DE PREDICTORES POR SUBMUESTRA



Al examinar los efectos parciales de las expectativas de inflación (figura 6), la pendiente promedio en la segunda década se reduce en casi la mitad en relación a la primera, de 1.37 a 0.75. Para la segunda década, la inflación aparenta ser invariable para expectativas de inflación mayores a 2.

FIG 6. EXPECTATIVAS DE INFLACIÓN VS. OBSERVADA



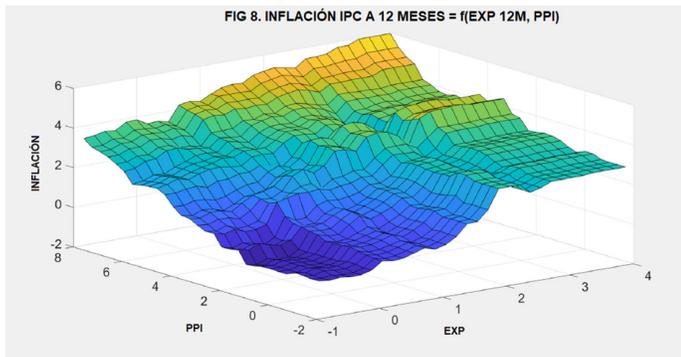
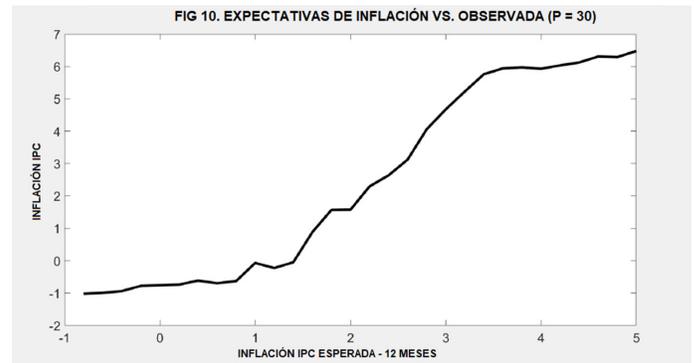
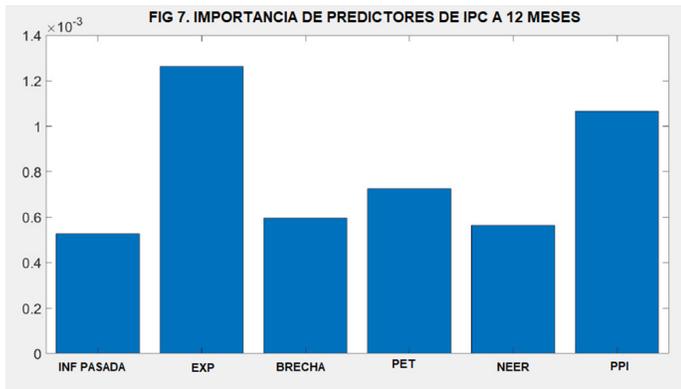
#### 5. Pronósticos a 6 y 12 meses

Las secciones anteriores tuvieron como enfoque la identificación de los predictores principales de la inflación. Sin embargo, también se puede utilizar el modelo para el pronóstico de la inflación. En la tabla 2 se muestra la RMSE relativo para pronósticos a 6 y 12 meses. En relación al modelo de MCO, hubo una reducción en el RMSE de 10% y 14%.

TABLA 2 – DESEMPEÑO RELATIVO PARA EL PRONÓSTICO DE LA INFLACIÓN IPC A 6 Y 12 MESES

Horizonte de pronóstico	RMSE		RMSE relativo	
	Dentro de muestra	Fuera de muestra	Fuera de muestra AR(1)	Fuera de muestra MCO
6 meses	0.329	0.553	0.764	0.904
12 meses	0.260	0.429	0.738	0.860

En cuanto a la importancia relativa de cada variable, las expectativas continúan teniendo el papel más importante y la inflación de precios del productor (PPI) tiene el segundo lugar (figura 7). La figura 8 nos muestra cómo la inflación responde a variaciones de ambas variables.

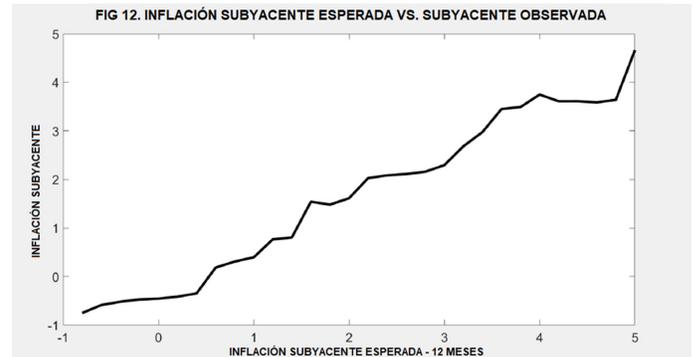
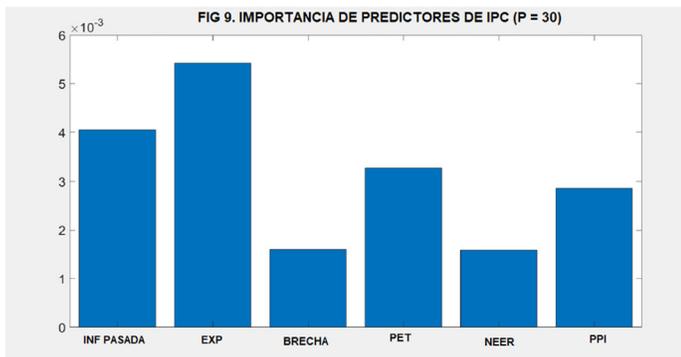
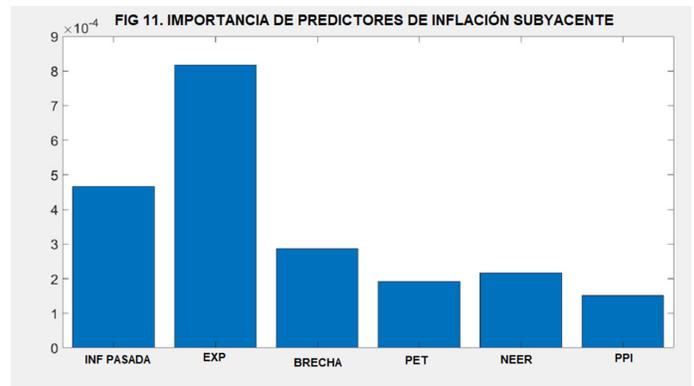


Como tercer punto, la inflación (y la inflación rezagada) fue reemplazada por inflación subyacente (basada en el IPC de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OECD, que excluye alimentos y energía). Es importante remarcar que las expectativas de inflación subyacente no están disponibles. Aun así, las expectativas de inflación nuevamente quedan en primer puesto (figura 11). Dado que la inflación subyacente excluye la energía, la importancia del petróleo se reduce a un nivel menor que el de la brecha del producto. El efecto restante es, probablemente, debido a efectos indirectos que tiene el precio del petróleo en el índice general de precios. Los efectos parciales de las expectativas en la inflación subyacente son similares que en la inflación total (figura 12).

**6. Profundidades de árboles y predicciones alternativas**

Se realizaron múltiples pruebas de robustez. En general, estas no cambiaron las conclusiones. Primero, las variaciones en el precio de petróleo y del tipo de cambio fueron tomadas de tan solo un trimestre en lugar de variaciones acumuladas a lo largo de 12 meses. Esto no produjo cambios notorios.

Luego, las simulaciones fueron repetidas utilizando árboles de regresión menos profundos. Las figuras 9 y 10 muestran que incluso triplicando el número mínimo de observaciones por nodo produjo pocos cambios.



## 7. Conclusiones

En general, el análisis confirma la utilidad de los bosques aleatorios para explicar los patrones de la inflación en un conjunto de economías avanzadas. Este método computacional es capaz de capturar relaciones no lineales y otras posibles interacciones complejas entre factores que ocurren en la vida real.

Estos hallazgos se basan en un número limitado de variables explicativas, las cuales están firmemente respaldadas por literatura empírica y teórica. Estos resaltan la importancia de las expectativas de inflación, aunque, la contribución relativa de estas aparenta haber disminuido en años recientes.

## Referencias

[1] Kohlscheen, E. (2021). What does machine learning say about the drivers of inflation? *BIS Working papers No. 980*.

TABLA A1 – PREDICTORES DE LA INFLACIÓN IPC

Variable dependiente: Inflación total IPC (trimestral, desestacionalizada)		
	AR(1)	Referencia
Constante	2.113***	-1.171***
Estadístico t	41.26	13.98
Inflación rezagada	-0.130***	-0.458***
Estadístico t	9.38	35.49
Expectativas de inflación a 12 meses		1.989***
Estadístico t		42.11
Brecha del producto		0.032**
Estadístico t		2.02
Incremento en el precio del petróleo (Brent)		0.011***
Estadístico t		9.11
Apreciación en el tipo de cambio nominal efectivo		-0.066***
Estadístico t		7.47
Inflación PPI para tres economías principales		0.251***
Estadístico t		14.60
Observaciones	4,941	4,941
R2	0.017	0.389
Estadístico F	88.0***	523.0***

Nota: El intervalo temporal es de 2020Q1 a 2021Q2. El estadístico t se encuentra basado en errores estándar robustos. \*\*\*/\*\*/\* denotan significancia estadística de 1, 5 y 10%, respectivamente.

## Evitar una epidemia financiera: el papel de las políticas macroprudenciales<sup>1</sup>

### I. Introducción

La pandemia del Covid-19 fue un claro recordatorio de cómo las medidas preventivas son útiles para promover el bienestar de la población. Esto aplica especialmente en aspectos relacionados a la salud, pero también en muchos otros aspectos de la vida cotidiana. Uno de ellos está relacionado con las políticas macroprudenciales, que también se inspiran en la filosofía de la prevención para salvaguardar al sistema financiero en su conjunto, por medio del fortalecimiento de la resiliencia del sistema y la supresión de vulnerabilidades emergentes. Al suavizar el ciclo económico, las políticas macroprudenciales están diseñadas para asegurar la contribución estable del sistema financiero al crecimiento económico.

Tal como las medidas preventivas en salud tomaron un papel protagónico durante la crisis del Covid-19, la crisis financiera del 2008 puso a las medidas macroprudenciales en la mira. Estas son las herramientas diseñadas para el manejo de externalidades, así como fallas del mercado asociadas a la intermediación financiera, complementando tanto la supervisión financiera como la política monetaria.

### II. Instrumentos macroprudenciales dirigidos al sector bancario

Si bien existen varios tipos de instrumentos de política macroprudencial, los autores concentran su análisis en aquellos instrumentos que tienen la capacidad de afectar al sector bancario y que se basan en el capital de los bancos o en los requisitos impuestos a los prestatarios.

Las medidas basadas en el capital son el conjunto de requerimientos exigidos a los bancos sobre el mismo, diseñadas para incrementar la capacidad de absorción de pérdidas de los bancos, fomentando así la resiliencia del sector. Adicionalmente, al alterar el costo del capital de los bancos, mayores requerimientos de capital deberían afectar los precios y el volumen de los créditos. Esto ayuda a moderar el ciclo financiero al limitar el exceso de crédito. Este marco conceptual referido al capital de los bancos es expuesto en los acuerdos de Basilea III. El acuerdo comprende instrumentos como: amortiguadores contracíclicos de capital, amortiguadores de riesgo sistémico y amortiguadores para las instituciones clasificadas como “muy grandes para fallar”.

Los instrumentos basados en los prestatarios imponen directamente límites en los términos y condiciones de los préstamos, siendo estos relacionados al riesgo sobre dichos préstamos. Estos instrumentos abarcan límites como: el tamaño del préstamo respecto al valor subyacente del colateral, los ingresos del prestatario, límites a la deuda, madurez máxima de los préstamos y requerimientos de amortización. Estas medidas contribuyen a la estabilidad financiera porque están diseñadas para reducir la exposición de las instituciones financieras al riesgo crediticio y aumentar la resiliencia de los prestatarios. Estos instrumentos hacen la deuda más sustentable, reduciendo la probabilidad de impago de los prestatarios, y limitando la amplificación de efectos sobre el consumo e inversión ante choques negativos. Las medidas también mejoran la calidad de las hipotecas en los portafolios de los bancos, haciéndolos menos riesgosos y mejorando la calidad de los portafolios.

1 Mauricio Vargas Estrada, Departamento de Investigaciones Económicas, Sección de Modelos Macroeconómicos. Traducción libre y resumen de la publicación: *Avoiding a financial epidemic – the role of macroprudential policies*. Documento publicado por Ampudia, M., Lo Duca, M., Farkas, M., Perez-Quiros, G., Pirovano, M., Rünstler, G., & Tereanu, en 2021.

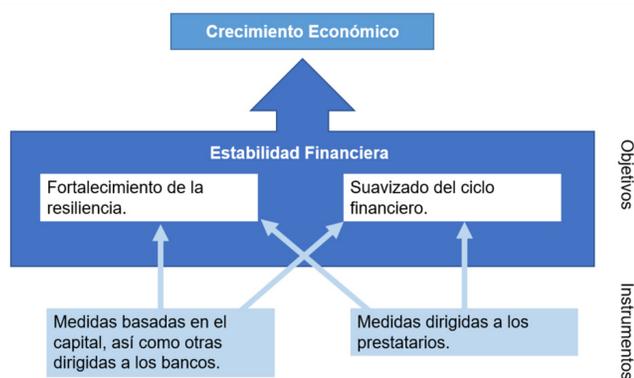


Figura 1: Mecanismo de transmisión de las políticas macroprudenciales al crecimiento económico.

### III. Más allá de la estabilidad financiera: políticas macroprudenciales y crecimiento económico

Sorprendentemente, la gran mayoría de documentos de investigación se concentran en los efectos de las políticas macroprudenciales en la estabilidad financiera, pero solamente unos pocos documentos muestran mediciones sobre el objetivo último: el crecimiento económico. En Ampudia *et al.* (2021) los autores revisan la literatura, siguiendo la filosofía de meta-análisis de Araujo *et al.* (2020). La conclusión de los autores es que los documentos que incorporan el crecimiento del PIB en su análisis, encuentran efectos negativos estadísticamente significativos dado un conjunto de medidas contractivas macroprudenciales. Este efecto es tan evidente que se le ha nombrado como “el costo de las políticas macroprudenciales” (Richter *et al.*, 2018).

Otra vertiente de la literatura (Jorda *et al.* (2013), Claessens *et al.* (2011)) se concentra en cómo las recesiones asociadas con desbalances financieros, particularmente en el caso de auges crediticios, tienden a ser más profundas con recuperaciones más lentas. Estas regularidades empíricas han moldeado el rol de las políticas macroprudenciales: de acuerdo a la evidencia, la prevención de problemas financieros resulta en recesiones menos agresivas. Esto es clave para obtener un crecimiento económico de largo plazo promedio más alto, el cual compensaría los efectos negativos de las políticas macroprudenciales.

El trabajo de los autores combina los diferentes puntos de vista en relación al efecto de las medidas macroprudenciales sobre el crecimiento del PIB, analizando y midiendo los beneficios y los costos de su implementación. Esto se logra a través de una variedad de modelos y herramientas analíticas de vanguardia. Los autores evalúan cómo la variedad de medidas macroprudenciales afectan la estabilidad de los bancos en el área europea, tanto a los hogares como al crédito. Los resultados muestran cómo los nuevos modelos son capaces de balancear los costos de corto plazo de las medidas macroprudenciales, como un crecimiento del crédito agregado más bajo, respecto a sus beneficios de largo plazo. Los autores proceden en dos etapas, primero muestran cómo las políticas macroprudenciales afectan la estabilidad financiera y, segundo, muestran cómo la estabilidad financiera afecta el crecimiento económico.

#### A. Paso 1. Las políticas macroprudenciales y la estabilidad financiera

Los autores empiezan proveyendo evidencia teórica sobre la reducción del riesgo de quiebra de los bancos y un suministro controlado de créditos como respuesta de las medidas sobre el capital. Específicamente lo muestran por medio de:

- Cambiando la adecuación de capital en el modelo de las tres capas de quiebra de Clerc *et al.* (2015).
- Computando la probabilidad de materialización del riesgo de quiebra sobre los bancos, así como la evolución del crédito total en respuesta a un choque adverso en el sistema financiero.

El modelo resalta el mecanismo en donde las fricciones en el sector financiero afectan al mercado del crédito para bienes, capital y depósitos, amplificando la transmisión de choques exógenos en la economía. En el modelo, los hogares y las firmas toman prestado de los bancos para financiar la compra de bienes inmuebles y bienes de capital, respectivamente. Las autoridades macroprudenciales definen los requisitos de los bancos sobre la retención de patrimonio en proporción a los préstamos otorgados. En el documento de Ampudia *et al.* (2001) se introduce un límite a la razón de préstamo-a-valor (LTV, por sus siglas en inglés) que limita la capacidad de los hogares para obtener créditos.

Las simulaciones de los autores han mostrado que, en el largo plazo, aplicar medidas más estrictas sobre el capital hace a los bancos más resilientes, puesto que reduce el apalancamiento y los hace menos propensos a la materialización del riesgo de quiebra. Los límites sobre el LTV reducen la exposición del PIB y del crecimiento del crédito a *shocks* relacionados al mercado inmobiliario. No obstante, también podría incrementar la exposición al sector empresarial, dado que el financiamiento a dicho tipo de deudor tiende a incrementarse. El modelo dinámico, estocástico de equilibrio general (DSGE, por sus siglas en inglés) de los autores, concluye que tanto los requisitos sobre el capital, así como los límites al LTV, son efectivos para suavizar el ciclo del crédito, protegiendo a la economía: no solamente disminuye el crédito cuando las medidas son más restrictivas, sino que también se reduce el impacto de *shocks* negativos.

Adicionalmente, el estudio de los autores provee evidencia empírica sobre las predicciones del modelo. La evidencia empírica disponible está basada principalmente en regresiones de panel entre países. Estas omiten el efecto de las medidas macroprudenciales sobre el PIB y la inflación, así como efectos de segunda vuelta potenciales sobre el desarrollo futuro del crédito. La narrativa de los modelos vectoriales de panel, basados en Budnik y Rünstler (2021), muestra este inconveniente. Estos proveen un entendimiento más profundo sobre la dinámica de la transición a un nuevo estado estacionario luego de la intervención de políticas macroprudenciales. Los autores utilizan una muestra que cubre 11 países de la Zona Euro y se enfocan en tres tipos de instrumentos: los requerimientos mínimos de capital, el límite sobre el LTV y medidas sobre los prestatarios. Los autores encuentran un impacto identificable de las políticas macroprudenciales sobre el crédito, y un pequeño efecto sobre el producto y la inflación. Adicionalmente, en promedio, las medidas basadas en los prestatarios tienen un impacto mayor que las medidas sobre el capital, según las simulaciones derivadas del modelo DSGE de los autores.

Para complementar los resultados macroeconómicos, los autores analizan el impacto de las políticas macroprudenciales sobre la resiliencia de los agentes individuales. Utilizan dos modelos empíricos con datos microeconómicos. Para explorar la relación entre los instrumentos basados en los prestatarios y su respectiva resiliencia, se utiliza los datos recopilados de encuestas realizadas en Italia y España, para estudiar el efecto de los límites al LTV sobre nuevos préstamos y su respectiva probabilidad de impago de los prestatarios. Los autores estimaron un modelo que relaciona el efecto de los límites sobre el LTV y préstamos nuevos para los principales créditos y sobre la probabilidad de impago. Los autores plantean la siguiente interrogante ¿Los límites sobre el LTV afectan a la posibilidad de que los hogares se atrasen o fallen en el pago de sus préstamos en los últimos 12 meses, dado un conjunto de préstamos

y características de los hogares? Los resultados se muestran en la siguiente tabla, en donde se observa que la probabilidad de impago se incrementa con niveles más altos de LTV. Aumentando la restricción sobre dicha razón, es posible recortar algunos de los préstamos más riesgosos, reduciendo la probabilidad promedio de caer en impago.

Tabla 1: Probabilidad impago para préstamos hipotecarios con diferentes ratios préstamo-valor

Ratio préstamo-a-valor al inicio del préstamo	Italia	España
20%	1%	10%
80%	6%	15%

Posteriormente los autores estudian la interacción de las diferentes medidas basadas en los prestatarios y su impacto en la resiliencia de los bancos y los prestatarios, tomando en cuenta los ciclos de retroalimentación macrofinanciera. Los autores utilizan un marco de modelaje más complejo: un modelo semiestructural, micro-macro integrado de hoja de balance de los hogares de Gross *et al.* (2021). Este se implementó con modificaciones específicas para ajustarse a las condiciones de Slovakia, de tal modo que fuese coherente a las políticas de dicho país (Jurca *et al.* 2020). La metodología integra un módulo microeconómico empírico que simula el estatus de desempleo de los prestatarios, con un módulo semiestructural macroeconómico (VAR Estructural) que relaciona la dinámica de las principales magnitudes macroeconómicas dentro del balance dinámico simulado de los hogares. El objetivo es determinar el impacto en la resiliencia de los hogares y los bancos dado un conjunto de medidas basadas en los prestatarios, relativo a un escenario donde no se implementa ninguna política.

El resultado sugiere que las medidas basadas en los prestatarios pueden mejorar significativamente la resiliencia de los mismos, y coadyuvar al sostenimiento de las posiciones de solvencia de los bancos. Las medidas basadas en los ingresos mejoran la resiliencia de los prestatarios y el perfil de exposición de la hipoteca. Esto se logra principalmente gracias a la reducción de las probabilidades de impago, las cuales disminuyen entre 50 y 60 puntos básicos relativos a un escenario con ausencia de políticas. Por otro lado, las medidas basadas en el colateral ejercen su impacto principalmente a través de la reducción de la pérdida dada la realización del riesgo de impago, siendo esta alrededor de 300 puntos básicos relativos al escenario sin políticas. Las medidas basadas en los prestatarios también se pueden asociar a incrementos en la calidad de las hipotecas en los portafolios de los bancos, mejorando su posición de solvencia.

## B. Paso 2. Estabilidad financiera y crecimiento económico

Usando metodologías de vanguardia, los autores muestran cómo las políticas macroprudenciales tienen un claro y directo impacto positivo en la estabilidad financiera, particularmente controlando la evolución del crédito. Pero la historia no se puede completar sin el nexo que une la estabilidad financiera al crecimiento económico. La relación es simple: con el fin de justificar las intervenciones de políticas macroprudenciales, los beneficios de las mismas deberían ejercer un efecto positivo en el crecimiento de largo plazo.

Para explorar el rol de la estabilidad financiera (particularmente de los créditos) en las características del ciclo económico, el estudio utiliza los resultados de Gadea *et al.* (2020). Ellos comparan el efecto de las políticas macroprudenciales tanto en una expansión como en una recesión. El estudio usa datos de 53 países, formando un panel no balanceado de datos trimestrales a partir de 1947. Ellos encuentran que, en los dos años previos al comienzo de una recesión, la variación del crédito en relación al PIB no tiene una relación lineal con la cantidad de recursos perdidos durante la recesión. Ajustando un conjunto de distribuciones normales, ellos muestran que, si la variación del crédito pertenece al primer cuartil de la distribución de los datos, con un 80% de probabilidad, la recesión implicará una pérdida de riqueza de un

3% del PIB, y una pérdida del 20% del PIB en otro caso. En contraste, estar en el cuarto cuartil implica una pérdida del 6% en un escenario bajo, que tiene una probabilidad del 50% y una pérdida del 30% (una epidemia financiera) en los casos severos (con 42% de probabilidad).

Durante la expansión, la relación entre el crédito y la riqueza es completamente diferente: la duración de la expansión depende de la intensidad del crecimiento del crédito durante la expansión. Específicamente, en promedio, sin tomar en cuenta el nivel del crédito, la duración esperada de una expansión es cercana a los 25 trimestres. Si el crédito es bajo, la duración esperada se reduce a 18 trimestres. Mientras tanto, si la expansión fue correctamente alimentada por el crédito, la expansión durará alrededor de 35 trimestres en promedio. Uniendo estos resultados, el documento expone que el crecimiento del crédito en el tercer cuartil de la distribución implica la cantidad máxima de riqueza acumulada durante el ciclo. Por lo tanto, un incremento en la riqueza, asociado a un incremento en el crecimiento del PIB esperado, compensa y supera las pérdidas derivadas de una recesión.

## IV. Conclusión

La pandemia del Covid-19 ha mostrado que, en términos de salud, las epidemias y pandemias son contrarrestadas por medidas que se enfocan en la población, y que los costos de las restricciones en el corto plazo pueden ser más que compensados en el largo plazo.

El estudio de los autores muestra que, de forma similar, las políticas macroprudenciales enfocadas en la prevención para salvaguardar el sistema financiero como un todo, implican un conjunto de restricciones y, tal como el caso de salud, el costo de las restricciones en el corto plazo es más que compensado por las ganancias en el largo plazo.

En su artículo ellos proveen evidencia de ese resultado en dos etapas. Primero encuentran evidencia clara que las medidas macroprudenciales incentivan la estabilidad financiera. Basados tanto en evidencia macroeconómica como microeconómica, encuentran que dichas medidas hacen a los bancos y a los prestatarios más resilientes y pueden moderar el crecimiento excesivo del crédito. En segundo lugar, encontraron que la estabilidad del sistema financiero incrementa el crecimiento de largo plazo, haciendo las recesiones menos profundas y, en particular, reduciendo la probabilidad de “epidemias financieras”. Al mismo tiempo, si las restricciones sobre el crédito no son tan estrictas, se puede fomentar la expansión del crédito en el largo plazo, así como el crecimiento económico. Por lo tanto, para lograr maximizar el crecimiento económico, las políticas macroprudenciales deben ser correctamente calibradas para permitir la expansión en el largo plazo evadiendo las referidas epidemias financieras.

## Referencias

- Ampudia, M., Lo Duca, M., Farkas, M., Perez-Quiros, G., Pirovano, M., Rünstler, G., & Tereanu, E. (2021). Avoiding a financial epidemic – The role of macroprudential policies.
- Araujo, J. D., Patnam, M., Popescu, M. A., Valencia, M. F., & Yao, W. (2020). Effects of macroprudential policy: Evidence from over 6,000 estimates. International Monetary Fund.
- BCBS (2011). Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems, revised version June 2011.
- Budnik, K. B., & Rünstler, G. (2020). Identifying SVARs from sparse narrative instruments: dynamic effects of US macroprudential policies. Available at SSRN 3514523.
- Claessens, S., Kose, M. A., & Terrones, M. E. (2009). What happens during recessions, crunches and busts? *Economic Policy*, 24(60), 653-700.
- Clerc, L., Derviz, A., Mendicino, C., Moyén, S., Nikolov, K., Stracca, L., ... & Vardoulakis, A. (2015). Capital regulation in a macroeconomic model with three layers of default.
- Constâncio, V., Cabral, I., Detken, C., Fell, J., Henry, J., Hiebert, P., ... & Salleo, C. (2019). Macroprudential policy at the ECB: Institutional framework, strategy, analytical tools and policies. ECB Occasional Paper, (227).

- De Nicoló, M. G., Favara, G., & Ratnovski, M. L. (2012). Externalities and macroprudential policy. International Monetary Fund.
- European Systemic Risk Board. (2014). The ESRB Handbook on Operationalising Macro-prudential Policy in the Banking Sector. European System of Financial Supervision, (March).
- Board, F. S. (2011). Macroprudential policy tools and frameworks: update for G20 finance ministers and central bank governors. unpublished (February 2011).
- Board, F. S. (2020). Global monitoring report on non-bank financial intermediation. Financial Stability Board Report, December, 16.
- Gross, M., Giannoulakis, S., Forletta, M., & Tereanu, E. (2021). The Effectiveness of Borrower-Based Macroprudential Policies: A Cross-Country Perspective Using an Enhanced Integrated Micro-Macro Model Approach. mimeo.
- Jordà, Ò., Schularick, M., & Taylor, A. M. (2013). When credit bites back. Journal of money, credit and banking, 45(s2), 3-28.
- Jurča, P., Klacso, J., Tereanu, E., Forletta, M., & Gross, M. (2020). The effectiveness of borrower-based macroprudential measures: a quantitative analysis for Slovakia.
- Martin, A., Mendicino, C., & Van der Ghote, A. (2021). On the interaction between monetary and macroprudential policies.
- Richter, B., Schularick, M., & Shim, I. (2019). The costs of macroprudential policy. Journal of International Economics, 118, 263-282.

## Directorio

### Director

Johnny Rubelcy Gramajo M.

### Consejeros

Jorge Vinicio Cáceres Dávila

Herberth Solórzano Somoza

### Coordinador

Oscar Jorge A. Hernández R.

### Producción

Ronald Vinicio Ruiz Alonzo

### Edición de textos

Juan Francisco Sagüí Argueta

### Arte y Diagramación

Juan Carlos Calderón Lam

### Impresión

Sergráfica

**Notas Monetarias** es un órgano divulgativo de información económico-financiera actualizada, de periodicidad bimestral y distribución gratuita. De aparecer colaboraciones especiales, sus autores serán entera y exclusivamente responsables por sus opiniones y, de consiguiente, estas no reflejarían la posición oficial del Banco de Guatemala, a menos que ello se haga constar de modo expreso. Es libre la reproducción de los artículos, gráficas y cifras que figuren en esta publicación, siempre y cuando se mencione la fuente. Toda correspondencia deberá dirigirse a: Notas Monetarias del Banco de Guatemala, 7a. avenida, 22-01, zona 1, Ciudad de Guatemala, Código Postal No. 01001.

