

Fernando González Vigil (editor)

29

DOCUMENTO
DE INVESTIGACIÓN

Economía aplicada

Ensayos de investigación económica 2023

Martha Sofía Aredo Jacinto
Abdón Cárdenas Pérez
Nicolás Sebastián Claverías Cisneros
Camila Andrea Cuba Jara
Renato Paul Florián Cabello
Johann Andrew Lázaro Silva
Sebastián Steve Portocarrero Polanco
Mauricio Nash Rebaza Gilio
Gonzalo Gabriel Suzuki Córser
Matías Gabriel Villalba Ortega

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza

Fondo
Editorial



UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO

Economía aplicada

Ensayos de investigación económica 2023

Martha Sofía Aredo Jacinto
Abdón Cárdenas Pérez
Nicolás Sebastián Claverías Cisneros
Camila Andrea Cuba Jara
Renato Paul Florián Cabello
Johann Andrew Lázaro Silva
Sebastián Steve Portocarrero Polanco
Mauricio Nash Rebaza Gilio
Gonzalo Gabriel Suzuki Cósser
Matías Gabriel Villalba Ortega

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza

***Shocks* de noticias en los términos de intercambio y el canal de portafolio: un modelo DSGE para una economía pequeña y abierta¹²**

Mauricio Nash Rebaza Gilio
Johann Andrew Lázaro Silva

Introducción

Las economías primario-exportadoras, varias de las cuales son consideradas como mercados emergentes, enfrentan frecuentemente choques en sus términos de intercambio (TOT, por sus siglas en inglés); variable definida como la ratio entre el índice de precios de exportación y el de importación. El Perú, al ser una economía rica en recursos naturales y con un sector exportador altamente dependiente de los precios internacionales, es fuertemente influenciada por las variaciones en estos precios.

Por ejemplo, Ascarza (2017) demuestra que, en el caso peruano, los TOT son muy afectados por las cotizaciones internacionales de los *commodities*, con las cuales muestran una correlación de 0,8 en el período 1987-2012. Desde inicios del milenio actual, la economía peruana ha experimentado una gran expansión de sus TOT, con un incremento de hasta el 100% durante el *boom* de precios de *commodities*. Esto indica claramente que los choques sobre dichos precios comprometen la estabilidad económica del Perú, ya que estas cambiantes cotizaciones condicionan la rentabilidad esperada que guía las decisiones de inversión de los agentes económicos.

¹² Este ensayo es una versión resumida y editada de nuestro Trabajo de Investigación Económica, concluido y aprobado en junio de 2023. Agradecemos la asesoría y acompañamiento del profesor Marco Ortiz durante la realización de esta investigación, así como los comentarios y recomendaciones del jurado, conformado por los profesores Diego Winkelried y Carlos Casas.

Por otro lado, según Winkelried (2016), los «superciclos» en los precios de las materias primas son un fenómeno impulsado por la demanda incrementada por el surgimiento de grandes industrias. Sus resultados muestran que las duraciones medias de una fase de contracción –transición del pico al valle– y de una fase expansiva –transición del valle al pico– son ambas de unos 20 años. Esto significa una duración del «superciclo» de aproximadamente 40 años en promedio, indicativa de que la dinámica de los TOT es altamente persistente.

Pero los efectos de los ciclos en precios internacionales no solo afectan a largo plazo. Castillo y Salas (2012) estudian los TOT como impulsores de fluctuaciones en mercados emergentes (Perú y Chile) utilizando un modelo VAR con tendencias estocásticas comunes. Su principal hallazgo es que los choques permanentes a los TOT explican la mayor parte de las fluctuaciones del producto, consumo e inversión también a mediano plazo.

Tabla 1
Desviación estándar relativa al PBI, por componentes del PBI y de los TOT

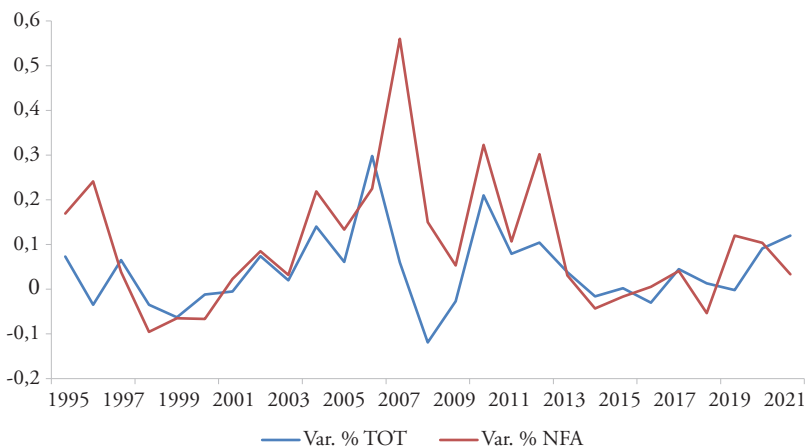
Estradísticas descriptivas, 1980 a 2019										
(a) Desviación estándar relativa al PBI										
	Consumo	Inversión	X Neras	TOT	Px	Pm	cTOT	PXc	Pmc	
G7	0,97	2,88	0,43	1,55	4,28	4,45	3,39	6,77	7,22	
Otros desarrollados	0,96	3,17	0,63	1,50	5,12	4,33	3,20	5,28	6,18	
Asia emergente	1,01	3,45	0,91	1,50	2,65	2,88	2,57	4,07	4,59	
América Latina (sin Perú)	1,28	3,80	0,75	2,25	3,37	2,66	3,94	4,20	4,10	
Perú	1,06	2,68	0,48	1,48	2,74	1,70	1,69	2,38	2,37	

(b) Correlación con el PBI										
	Consumo	Inversión	X Neras	TOT	Px	Pm	cTOT	PXc	Pmc	
G7	0,87	0,92	-0,54	-0,02	0,09	0,12	0,05	0,11	0,10	
Otros desarrollados	0,80	0,84	-0,33	0,08	0,12	0,09	-0,03	0,11	0,08	
Asia emergente	0,82	0,9	-0,63	0,06	0,42	0,41	-0,06	0,37	0,34	
América Latina (sin Perú)	0,76	0,83	-0,39	0,32	0,37	0,21	0,10	0,24	0,14	
Perú	0,97	0,76	-0,41	0,15	-0,32	-0,32	0,19	0,13	-0,01	

Nota. Series en logaritmos, filtradas según el filtro Hodrick-Prescott (parámetro $\lambda=100$).
Fuente: Llosa (2022). Elaboración propia, 2023.

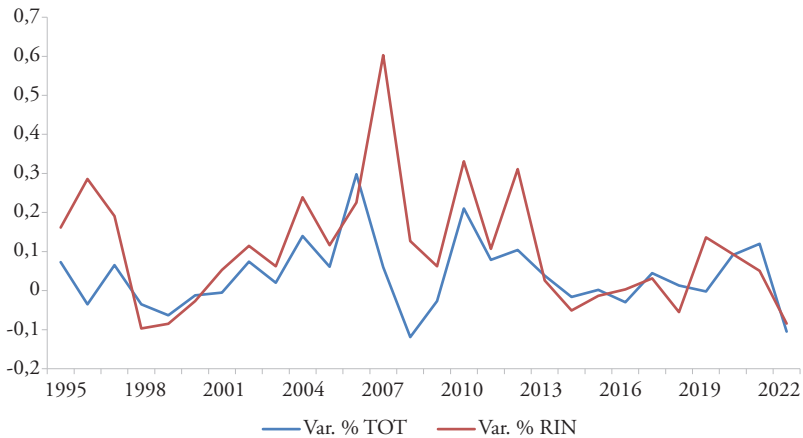
Además, los términos de intercambio son altamente volátiles. La tabla 1, elaborada por Llosa (2022), muestra la desviación estándar relativa al PBI para las principales variables macroeconómicas y los componentes de los TOT. Se observa que estos presentan una alta volatilidad relativa, lo que dificulta su predicción. Y la volatilidad relativa es incluso mayor cuando, en vista de que los TOT están estrechamente correlacionados con los precios de los *commodities*, se considera únicamente este componente para definir los *commodity terms-of-trade* (cTOT).

Figura 1
Variación porcentual anual de los TOT y de los NFA (1995-2021)



Fuente: estadísticas del BCRP. Elaboración propia, 2023.

Figura 2
Variación porcentual de los TOT y de las RIN (1995-2021)



Fuente: estadísticas del BCRP. Elaboración propia, 2023.

Otro hecho de interés es la relación de los TOT con la posición neta de activos externos de un país. Para el caso peruano, la figura 1 muestra las variaciones porcentuales anuales de los TOT y de los activos externos netos (NFA, por sus siglas en inglés). Esta relación, altamente positiva en el período 1981-2021, nos motiva a estudiar más a fondo el sector financiero a la luz de *shocks* externos.

Por otro lado, interesa observar la relación entre la variación de los TOT y la variación de las RIN. La figura 2 muestra un comportamiento contracíclico: el BCRP acumula reservas cuando los TOT aumentan; mientras que desacumula reservas ante una caída en los TOT, a fin de atenuar el impacto de este choque negativo.

De lo anterior surgen interesantes preguntas de estudio: ¿Cómo influye el sector financiero en la transmisión de choques en los TOT para una economía emergente y primario-exportadora como la peruana? ¿Cómo cambia la dinámica interna si dichos *shocks* son anticipados o no?

Específicamente, la hipótesis del presente trabajo es que la existencia de un mercado financiero segmentado y con fricciones incrementa el impacto económico de los *shocks* de noticias en los TOT, pues existe un mecanismo financiero de transmisión y amplificación. La estrategia empírica que utilizamos permite abordar esta hipótesis en el marco de las preguntas antes mencionadas. En particular, planteamos que la dinámica interna difiere: ante un *shock* no anti-

cipado, el efecto riqueza generado por un aumento en los TOT será suavizado por el agente hacia los períodos futuros; por el contrario, un *shock* anticipado incentivará al agente a desahorrar para traer dicho efecto riqueza futuro al presente, mediante deuda, cambiando así el comportamiento de la cuenta de NFA agregada. Esta dinámica contendrá un componente subóptimo debido a las fricciones financieras. Ante esta ineficiencia, la autoridad monetaria puede actuar para minimizar la pérdida de bienestar de los agentes, especialmente mediante intervenciones cambiarias.

1. Revisión de literatura

La literatura teórica y empírica que hemos revisado abarca los siguientes temas: (a) la importancia de los TOT como fuente de ciclos; (b) los choques de noticias en la economía (*shocks* anticipados); (c) las fricciones financieras y el canal de portafolio; y (d) la política cambiaria óptima.

1.1 La importancia de los términos de intercambio como fuente de ciclos económicos

Esta rama de la literatura macroeconómica es especialmente importante porque sustenta la relevancia del tema abordado en el presente trabajo. Un estudio pionero en este tópico es el de Mendoza (1995), quien utiliza un modelo RBC para una pequeña economía abierta con tres sectores (exportador, importador y no transable). El autor encuentra que los choques de TOT explican aproximadamente un 50% de la variabilidad del PBI en economías emergentes. Kose (2002) amplía el aporte de Mendoza sofisticando la modelación del sector exportador y encuentra que aproximadamente un 88% de las fluctuaciones agregadas pueden ser explicadas por *shocks* de precios mundiales.

En contraste, Schmitt-Grohé y Uribe (2018) analizan empírica y teóricamente esta relación para 38 países, a través de un modelo SVAR y un modelo MXN, respectivamente. Sus hallazgos desafían la visión de que los TOT son una fuente importante de ciclos, pues encuentran que su impacto en la variabilidad del producto es de solo un 10% en promedio.

Ante esto, Fernández, Schmitt-Grohé y Uribe (2017) refinan el análisis anterior considerando *shocks* a los precios de los *commodities*, los cuales brindan más información que los TOT en general. Los autores encuentran que, para 138 países, estos choques explican en promedio un tercio de los movimientos en la actividad agregada.

1.2 Choques de noticias en la economía

El enfoque en choques de noticias (*news shocks* en inglés) es una tendencia creciente en la literatura macroeconómica, al considerar que varios choques enfrentados por un país son anticipados. Esta previsión respecto al futuro influye en las decisiones de los agentes en el presente e impacta en la actividad económica actual.

Gran parte de esta literatura es empírica y, en su mayoría, utiliza modelos VAR y sus variaciones (SVAR) para medir el impacto de los choques de noticias. El trabajo de Beaudry y Portier (2004) es pionero al respecto, centrándose en *shocks* anticipados a la productividad total de factores (PTF). Barsky y Sims (2011) amplían este enfoque, al considerar un nuevo método de identificación empírica de *news shocks* e introducir un modelo DSGE simple para comparar los datos con el modelo. Ambos trabajos, sin embargo, se limitan a estudiar choques anticipados a la PTF.

Nuevos estudios consideran no solo *shocks* de productividad, sino también a la tasa de interés y a los TOT. Zeev, Pappa y Vicondoa (2017) utilizan un modelo VAR para explicar la importancia de los choques a los TOT que solo consideran precios de *commodities* (cTOT), en la variabilidad del PBI para países latinoamericanos. Sus resultados, cuando consideran que tales *news shocks* son anticipados, muestran que su contribución a las fluctuaciones económicas es de aproximadamente el 50%. Este hallazgo refuerza la idea de que la economía responde de manera diferente ante cambios anticipados persistentes y los no anticipados, pues los primeros son considerados por los agentes como cambios fundamentales que afectan las decisiones económicas actuales (Florián *et al.*, 2018).

Ante la necesidad de no solo medir el impacto de los cTOT *news shocks* sino racionalizarlo mediante un modelo microfundamentado, De Farias (2017) incluye *shocks* anticipados y no anticipados en cTOT y en la PTF dentro del modelo MXN de Schmitt-Grohé y Uribe (2018). En línea con otros resultados empíricos, encuentra que los cTOT *news shocks* anticipados explican alrededor del 32% de las fluctuaciones del PBI, mientras que un *shock* no anticipado explica un 27%. Lo cual reafirma la importancia de incluir este componente de anticipación dentro de la modelación macro, especialmente para economías emergentes.

1.3 Fricciones financieras y el canal de portafolio

Otra corriente de estudio considera las fricciones financieras, que comprenden un canal de transmisión y amplificación de choques externos. Este enfoque amplía el de De Farias (2017), cuyo modelo solo consideraba fricciones reales.

En esta línea, Gabaix y Maggiori (2015) explican el rol de intermediarios financieros adversos al riesgo que transan en moneda nacional y extranjera (*currency traders*) obteniendo una ganancia por su exposición al riesgo cambiario. Los cuales, ante *shocks* externos que cambian la composición de su portafolio, compensan el riesgo mediante un mayor *spread* cambiario, y esto opera como un *noise trading* que afecta tanto el nivel como la volatilidad del tipo de cambio. Itkhoki y Mukhin (2021) plantean un modelo similar, cuyo objetivo es presentar una teoría del tipo de cambio que enfatice el rol del mercado financiero y replique algunos hechos estilizados. Este modelo introduce *noise traders*, un mercado financiero segmentado (como Gabaix & Maggiori, 2015) y límites al arbitraje.

Ortiz, Herrera y Pérez (2022) combinan la visión multisectorial de Schmitt-Grohé y Uribe (2018) con el canal de portafolio de Itkhoki y Mukhin (2021) para analizar el rol de la intervención cambiaria ante choques de TOT que, debido a las mencionadas fricciones, desvían el tipo de cambio de su senda óptima y, además, generan un traspaso ineficiente de recursos productivos hacia el sector no transable.

Considerando este estado del arte, nuestra investigación aporta a la discusión al incluir los antes mencionados *shocks* de noticias sobre los TOT en un modelo microfundamentado con fricciones financieras. El modelo de De Farias (2017) considera dichos *news shocks* en un DSGE, pero sin incluir un análisis de bienestar ni de intervención cambiaria. Ortiz *et al.* (2022) estudian dicho canal financiero, pero su análisis se limita a los choques no anticipados. Por ello, nuestro enfoque combina ambas visiones y estudia la dinámica de la economía en ese contexto.

1.4 Política cambiaria óptima

Para nuestro ejercicio de intervención cambiaria, tomamos en cuenta estudios de política óptima. Como el de Cavallino (2019), que analiza los efectos de los *shocks* de flujo de portafolio, deriva la política de intervención cambiaria óptima y caracteriza su interacción con la política monetaria. Un *shock* de demanda extranjera por activos locales genera un ciclo económico de auge y caída. El banco central, al intervenir óptimamente, logra tres objetivos: (1)

reduce la apreciación real debido a la entrada de capitales, al aumentar el valor actual de la trayectoria de consumo interno; (2) reduce la brecha-producto ocasionada por el efecto riqueza sobre la oferta laboral, al suavizar el consumo; y (3) con precios internos rígidos, la reducción de la apreciación de la moneda nacional también ayuda a sostener la demanda externa y la producción interna.

Montoro y Ortiz (2020) muestran que las intervenciones cambiarias pueden emplearse como política estabilizadora del tipo de cambio y presentan un conjunto de sencillas reglas óptimas. Muestran que dichas intervenciones (comprar/vender dólares) permiten a los bancos centrales mantener las tasas de interés de corto plazo en línea con las tasas de referencia. Y en vista de que empíricamente existe un *puzzle* de desconexión del tipo de cambio con los fundamentos macroeconómicos, en señal de que la condición teórica de paridad de tasas de interés descubierta (UIP) no se cumple totalmente, dichos autores utilizan una versión modificada de la UIP para incluir canales financieros adicionales. Lo cual les permite hallar que las intervenciones cambiarias para estabilizar el tipo de cambio, si bien limitan los ajustes de mercado en esta variable ante *shocks* nominales o reales sobre la cuenta corriente, son intervenciones efectivas ante *shocks* predominantemente financieros. Por ello, las políticas de estabilización cambiaria serían más efectivas en economías pequeñas y abiertas como la peruana, sujetas a grandes *shocks* de cartera y con un menor grado de desarrollo financiero reflejado en una menor tolerancia al riesgo por parte de los intermediarios.

2. Marco analítico y metodología

En esta sección, presentamos los dos enfoques utilizados. En primer lugar, estimamos empíricamente el impacto de los *news shocks* de precios de *commodities* sobre las principales variables macroeconómicas en el Perú. Luego, exponemos el modelo teórico empleado, así como el marco analítico en el que se inscribe y su relación con la literatura revisada en el capítulo anterior.

2.1 Ejercicio empírico: análisis BVAR

Mediante este ejercicio, buscamos mostrar que una pequeña economía abierta como la peruana está muy expuesta a los cambios en precios de los *commodities*. Para ello, con base en datos trimestrales del BCRP que abarcan desde el primer trimestre de 2013 hasta el último trimestre de 2021, estimamos un modelo de vectores autorregresivos bayesianos (BVAR) utilizando la Bayesian Estimation, Analysis and Regression (Bear) *toolbox* desarrollada por el Banco Central Europeo.

El bloque endógeno se compone del producto bruto interno (PBI), la inversión minera (IM), el tipo de cambio real (RER) y la cuenta corriente (CA). En el bloque exógeno, tenemos el HG12 COMB Commodity Quarterly (Future Copper Price), que representa el precio del cobre en un contrato de futuros con plazo trimestral. Esta variable es el *proxy* para medir el choque de noticias empíricamente. La estrategia empírica consiste en estimar la siguiente regresión:

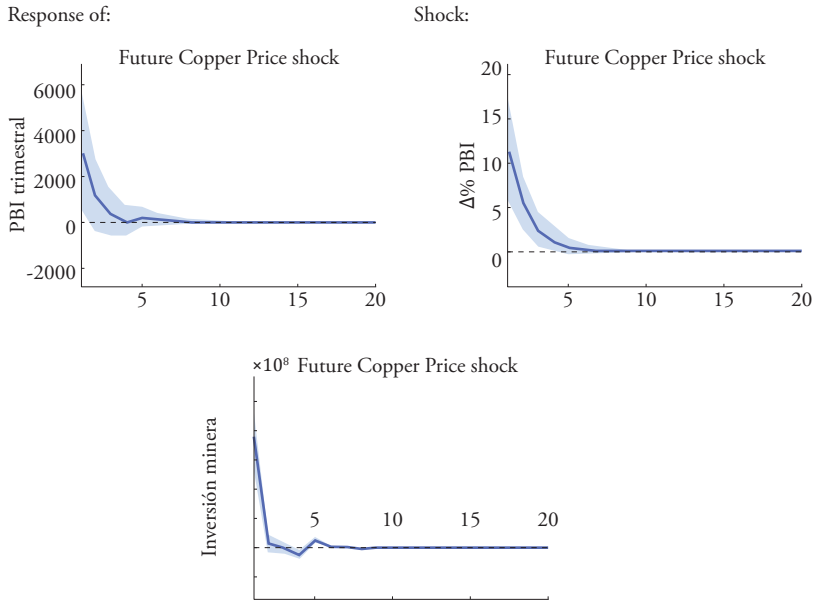
$$Z_t' B_0 = \sum_{j=1}^p Z_{t-j}' B_j + \sum_{j=0}^p Z_{t-i}^{*'} \tilde{B}_t^* + w_t' D + \varepsilon_t'$$

donde Z_t representa el vector $n \times 1$ de variables endógenas; ε_t , el vector $n \times 1$ de choques estructurales ($\varepsilon_t \sim N(0, I_n)$), que son independientes de los choques del bloque exógeno; B_i son matrices $n \times n$ de parámetros estructurales para $i = 0, \dots, p$; y D es la matriz $r \times n$ de parámetros estructurales. Z_t^* representa el vector $n^* \times 1$ de variables endógenas a nivel global y \tilde{B}^* es una matriz $n^* \times n^*$ de parámetros estructurales. Desde la perspectiva de una pequeña economía abierta, las variables globales se toman como exógenas.

La figura 3 muestra la respuesta de las variables PBI e IM ante un *shock* positivo en el precio del contrato de futuros del cobre. En este caso, observamos un aumento significativo en el PBI total (PBI), un aumento en la variación porcentual del PBI trimestral del sector minería e hidrocarburos ($\Delta\%PBI$) y un aumento en la inversión minera (IM). Este análisis sugiere que la economía responde positivamente no solamente ante aumentos en los precios actuales de los *commodities*, sino también ante noticias sobre sus precios futuros. Estas reacciones se dan tanto a nivel sectorial (inversión minera y sector minería e hidrocarburos), como a nivel agregado (PBI trimestral total).

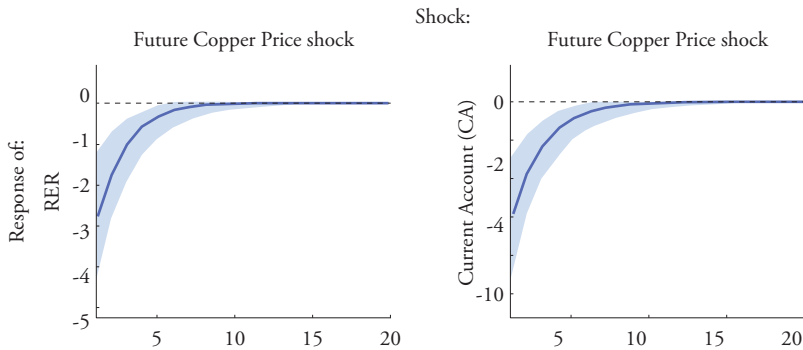
Y la figura 4 muestra las respuestas en las variables RER y CA ante el mismo choque. En concreto, podemos observar un aumento en la posición deficitaria de la cuenta corriente (CA) y una disminución del tipo de cambio real (RER). Esto sugiere que, para el caso peruano, los agentes reaccionan ante los *news shocks* tomando deuda para invertir, debido a los beneficios futuros que les redituará el esperado movimiento alcista en los precios de *commodities*. Dado que estos flujos vienen en dólares (la deuda es externa), el tipo de cambio tenderá a disminuir. Veremos a continuación que el modelo teórico propuesto es consistente con estos hechos empíricos.

Figura 3
Impulso-respuestas del PBI y la IM ante un choque positivo en el precio futuro del cobre



Fuentes: estadísticas del BCRP, Bloomberg y Minem. Elaboración propia, 2023.

Figura 4
Impulso-respuestas del RER y la CA ante un choque positivo en el precio futuro del cobre



Fuentes: estadísticas del BCRP, Bloomberg y Minem. Elaboración propia, 2023.

2.2 El modelo

La configuración (*setup*) que utilizamos está basada en Ferrero y Seneca (2019). La elección de ese modelo neokeynesiano es ventajosa porque hace explícito un sector de *commodities*, cuyo precio estará sujeto a los choques que buscamos modelar, y porque incluye fricciones de precios a la Calvo (1983). Pero, a diferencia de dichos autores, nuestra configuración considera precios flexibles.

Optamos por esta configuración: (i) por simplificación y, más importante, (ii) para mostrar que, aun sin rigideces de precios, existe espacio para la intervención (política) cambiaria. En nuestro modelo, incluimos el canal de portafolio de Montoro y Ortiz (2020) y, para mayor realismo, también incluimos el canal fiscal para analizar su rol dentro de la dinámica.

Los hogares obtienen utilidad del consumo y el ocio; y, debido al supuesto de mercados financieros segmentados, solo considerarán la tasa de interés interna para optimizar. Los mercados internacionales (financieros y reales) solo operan en bonos que pagan una unidad de la canasta de consumo del país extranjero. Los agentes domésticos demandarán activos en canastas locales con capital propio, mientras que el banco central y los intermediarios financieros mantendrán una posición en canastas extranjeras. Este enfoque es un buen punto de partida para estudiar la interacción entre *shocks* de noticias en TOT y fricciones financieras, en una economía cuya dinámica depende mucho de su sector exportador y de los precios de *commodities* en particular.

A continuación, presentamos las ecuaciones principales del modelo, cuyas ecuaciones finales están en el apéndice y su esquema completo en el anexo 1.

Familias

Los hogares maximizan:

$$E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{C_t^{1-\gamma_c}}{1-\gamma_c} - \frac{L_t^{1+\chi}}{1+\chi} \right]$$

sujeto a

$$B_{t+1} = R_{t-1}B_t + W_tL_t - P_tC_t + \Gamma_t^d + \psi_t^c + \Gamma_t^{cb}$$

donde B es el nivel de bonos libres de riesgo en un cierto tiempo, W es el salario nominal y C representa la canasta de consumo. Γ^d y Γ^{cb} representan las ganancias de los intermediarios financieros y del banco central, respectivamente. Finalmente, ψ^c representa los dividendos del sector de *commodities*.

Lagrangiano del problema:

$$\mathcal{L}: \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{C_t^{1-\gamma_C}}{1-\gamma_C} - \frac{L_t^{1+\chi}}{1+\chi} + \lambda_t (R_{(t-1)B_t} + W_t L_t - P_t C_t + \Gamma_t^d + \Psi_t^C + \Gamma_t^{cb} - B_{t+1} - P_t Z_t) \right]$$

donde

$$Z_t = [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t] + \frac{\frac{K}{2}(K_{t+1} - K_t)^2}{K_t}$$

La canasta de consumo entre bienes domésticos y extranjeros es:

$$C_t = \left[(\gamma)^{\frac{1}{\varepsilon_H}} (C_t^H)^{\frac{\varepsilon_H-1}{\varepsilon_H}} + (1-\gamma)^{\frac{1}{\varepsilon_H}} (C_t^F)^{\frac{\varepsilon_H-1}{\varepsilon_H}} \right]^{\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H-1}}$$

donde los índices H y F representan bienes producidos domésticamente y en el extranjero, respectivamente. El parámetro γ regula el *home-bias*. El índice de precios al consumidor, bajo estos supuestos, está determinado por:

$$P_t \equiv [\gamma(P_t^H)^{1-\varepsilon_H} + (1-\gamma)(P_t^F)^{1-\varepsilon_H}]^{\frac{1}{1-\varepsilon_H}}$$

donde P_t^H y P_t^F denotan el nivel de precios de los bienes nacionales e importados, respectivamente¹³. El índice de precio de bienes domésticos será:

$$P_t^H \equiv \left[\int_0^n P_t^H(z)^{1-\varepsilon} dz \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

Empresas

Productoras de bienes intermedios

Existe un continuo de firmas intermedias, que operan bajo competencia perfecta en el mercado de factores y en el de bienes. Estas producirán bajo la siguiente función:

¹³ Para el presente trabajo, se considera $\varepsilon_H = 1$. Así, las expresiones para los índices de consumo y de precios convergerán, respectivamente, a: $C_t \equiv \frac{(C_t^H)^\gamma (C_t^F)^{1-\gamma}}{\gamma(1-\gamma)^{1-\gamma}}$ y $P_t \equiv (P_t^H)^\gamma (P_t^F)^{1-\gamma}$.

$$Y_t^{int} = e^{at} K_t^\vartheta L_t^{1-\vartheta}$$

Las firmas minimizan costos:

$$\min_{K_t, L_t} W_t L_t + R_t^K K_t$$

sujeto a una producción dada

$$Y_t^{int} = \bar{Y}$$

El lagrangiano es el siguiente:

$$\mathcal{L}: W_t L_t + R_t^K K_t + \lambda_t [\bar{Y} - e^{at} K_t^\vartheta L_t^{1-\vartheta}]$$

Finalmente:

$$MC_t = \frac{1}{\vartheta^\vartheta (1-\vartheta)^{1-\vartheta}} [e^{-at} (R_t^K)^\vartheta W_t^{1-\vartheta}]$$

Productoras de bienes finales

Estas firmas operan bajo competencia monopolística. Demandan bienes intermedios y los transforman en un bien diferenciado. Dicho bien podrá ser utilizado por los hogares como bien de consumo o bien de inversión. La demanda total que enfrenta cada empresa doméstica es la suma de $C_t^H(z)$ y $Z_t^H(z)$. Utilizando las demandas halladas en la sección de los hogares, podemos escribir:

$$Y_t^H = C_t^H + Z_t^H$$

$$Y_t^H(z) = C_t^H(z) + Z_t^H(z)$$

El problema de optimización de la firma final (z) es:

$$\max_{P_t^H(z)} P_t^H(z) Y_t^H(z) - P_t MC_t Y_t^H(z)$$

Dada la demanda por bienes intermedios H de la variedad (z), dicho problema puede escribirse como:

$$\max_{P_t^H(z)} [P_t^H(z) - P_t MC_t] \left(\frac{P_t^H(z)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} Y_t^H$$

Asumiendo simetría entre todas las firmas, el precio óptimo que impondrán será igual para todas las variedades. Así, $P_t^H(z) = P_t^H$. En equilibrio, el Estado corregirá la ineficiencia causada por el poder de mercado a través de un subsidio τ^H . Luego, el precio óptimo será:

$$P_t^H = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}(1 - \tau^H)P_t MC_t$$

Productoras de *commodities*

Estas firmas utilizan bienes finales domésticos como *input* y producen con la siguiente tecnología:

$$Y_t^C = A_{C,t}M_t^v$$

Tendrán el siguiente problema de optimización:

$$\max_{M_t} P_t^C Y_t^C - P_t^H M_t$$

sujeto a

$$Y_t^C = A_{C,t}M_t^v$$

Dado que el Gobierno gravará los beneficios del sector *commodities* a una tasa τ^G , sus beneficios estarán dados por:

$$\Psi_t^C = (1 - \tau^G)(1 - v)P_t^C Y_t^C$$

Intermediarios financieros: FX dealers

Los *FX dealers* son agentes miopes y adversos al riesgo que maximizan una función de utilidad CARA (coeficiente de aversión absoluta al riesgo constante):

$$\max_{d_{t+1}^*} \mathbb{E}_t \left\{ -\frac{1}{\omega} \exp\left(-\frac{\omega \tilde{R}_{t+1}^*}{R_t} d_{t+1}^*\right) \right\}$$

donde el retorno está dado por

$$\tilde{R}_{t+1}^* = R_t^* \frac{S_{t+1}}{S_t} - R_t$$

La solución de este problema da como resultado la UIP modificada:

$$S_t = E_t S_{t+1} \frac{(1 + i_t^*)}{1 + i_t} \left(1 + \frac{\omega}{m} \sigma^2 d_{t+1}^*\right)$$

La posición de *zero capital* de los *dealers*, $S_{t-1}D_t^* = D_t$, permite escribir sus beneficios como:

$$\Gamma_t^d = R_{t-1}(S_t - S_{t-1})D_t^* + (R_{t-1}^* - R_{t-1})S_t D_t^*$$

Banco central

Este sigue una estrategia de *zero capital*, emitiendo bonos que pagan una unidad de la canasta doméstica y adquiriendo bonos que pagan una unidad de la canasta extranjera. Al hacer esto, podrá absorber el riesgo de precio relativo.

$$B_{t+1}^{cb} + S_t B_{t+1}^{cb,*} = 0$$

De la restricción presupuestaria del banco central, pueden obtenerse sus beneficios (los cuales se transferirán a los hogares):

$$B_{t+1}^{cb} + S_t B_{t+1}^{cb,*} + \Gamma_t^{cb} = R_{t-1} B_t^{cb} + S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*}$$

Los cuales, utilizando la condición de *zero capital*, podemos reescribir como:

$$\begin{aligned} \Gamma_t^{cb} &= R_{t-1} B_t^{cb} + S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*} \\ \Gamma_t^{cb} &= S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*} - S_{t-1} R_{(t-1)} B_{t-1}^{cb,*} \\ \Gamma_t^{cb} &= (R_{t+1}^* S_t - R_{t+1} S_t + R_{(t-1)} S_t - R_{t-1} S_{t-1}) B_t^{cb,*} \\ \Gamma_t^{cb} &= [(R_{t-1}^* - R_{t-1}) S_{t-1} B_{t-1}^{cb,*} + (S_t - S_{t-1}) R_{t-1} B_{t-1}^{cb,*}] \end{aligned}$$

Observamos que las utilidades del banco central tienen un componente de valoración y un componente de margen de rentabilidad, que se transferirán a los hogares para mantener un saldo de *zero capital*.

Noise traders

Existen m *noise traders* que siguen una posición de *zero capital* dada por:

$$N_{t+1} + S_t N_{t+1}^* = 0$$

Se asume que

$$N_{t+1}^* = m(e^{\psi_t} - 1)$$

Donde:

$$\psi_t = \rho_\psi \psi_{t-1} + \sigma_\psi E_t^\psi$$

Limpieza de mercado

Sector real

La producción doméstica de bienes intermedios puede transformarse en bienes finales para el consumo e inversión domésticos, o puede servir como un *input* para el sector exportador. El Estado también demandará bienes intermedios. Por tanto, podemos definir:

$$Y_t^{int} = Y_t^H + M_t + G_t$$

Donde:

$$Y_t^H = C_t^H + Z_t^H$$

Dado que la economía doméstica solo exportará *commodities*, podemos expresar las exportaciones netas como:

$$\begin{aligned} NX_t &= X_t - M_t = P_t^C Y_t^C - M_t \\ NX_t &= P_t^C Y_t^C - P_t Y_t - P_t Z_t + PH^* C_t^H + P_t^H Z_t^H \end{aligned}$$

Sector financiero

El equilibrio en el mercado de activos financieros implicará que las posiciones de los hogares, *noise traders*, *FX dealers* y el banco central se «neteen»:

$$B_t + N_t + D_t + B_t^{cb} = 0$$

Adelantando un período:

$$B_{(t+1)} + N_{t+1} + D_{t+1} + B_{t+1}^{cb} = 0$$

Utilizando la estrategia *zero capital* de los *noise traders*, obtenemos:

$$B_{t+1} + D_{t+1} + B_t^{cb} = S_t N_{t+1}^*$$

Definamos, además, los *net foreign assets* como:

$$\mathcal{A}_t = S_t B_t^{cb,*} + S_{t-1} D_t^* - N_t$$

Adelantando un período:

$$\mathcal{A}_{t+1} = S_t B_{t+1}^{cb,*} + S_t D_{t+1}^* - N_{t+1}$$

De este modo, podemos definir la cuenta corriente como la variación en estos activos externos netos:

$$CA_t = \mathcal{A}_{t+1} - \mathcal{A}_t$$

Tabla 2
Cuenta corriente

Agente	In	Out
Hogares	$R_{t-1}B_t + W_t L_t + \Gamma_t^d + \Psi_t^C + R_t^K K_t + \Gamma_t^{cb}$	$B_{t+1} + P_t Z_t + P_t C_t$
Capital	$P_t Z_t$	$P_t(K_{t+1} - (1 - \delta)K_t + c.ajuste)$
Bienes intermedios	$P_t MC_t Y_t^{int}$	$W_t L_t + R_t^K K_t$
Bienes finales domésticos	$P_t^H Y_t^H$	$P_t MC_t Y_t^H$
Importaciones	$P_t^F Y_t^F$	$S_t P_t^* Y_t^F$
Exportaciones	$P_t^C Y_t^C$	$P_t MC_t M_t + \Psi_t^C$
FX dealers	$S_t R_{t-1}^* D_t^* + R_{t-1} D_t$	$\Gamma_t^d + S_t D_{t+1}^* + D_{t+1}$
Banco central	$S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*} + R_{t-1} B_t^{cb}$	$\Gamma_t^{cb} + S_t B_{t+1}^{cb,*} + B_{t+1}^{cb}$
Cuenta corriente	$R_{t-1}B_t + W_t L_t + \Gamma_t^d + \Psi_t^C + R_t^K K_t + \Gamma_t^{cb}$ $P_t Z_t + P_t MC_t Y_t^{int} + P_t^H Y_t^H + P_t^F Y_t^F$ $P_t^C Y_t^C + S_t R_{t-1}^* D_t^* + R_{t-1} D_t$ $S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*} + R_{t-1} B_t^{cb}$	$B_{t+1} + P_t Z_t + P_t C_t$ $P_t(K_{t+1} - (1 - \delta)K_t + c.ajuste) + W_t L_t + R_t^K K_t$ $P_t MC_t Y_t^H + S_t P_t^* Y_t^F + P_t MC_t M_t + \Psi_t^C$ $\Gamma_t^d + S_t D_{t+1}^* + D_{t+1} + \Gamma_t^{cb} + S_t B_{t+1}^{cb,*} + B_{t+1}^{cb}$
Cuenta corriente II	$-N_t R_{t-1} + P_t^H Y_t^H$ $P_t^C Y_t^C + S_t R_{t-1}^* D_t^*$ $S_t R_{t-1}^* B_t^{cb,*}$	$P_t C_t + P_t Z_t$ $S_t D_{t+1}^* + S_t B_{t+1}^{cb,*} - N_{t+1}$

Elaboración propia, 2023.

Gobierno

Por simplicidad, el Gobierno seguirá una regla de gasto balanceado:

$$G_t = T_t$$

donde sus ingresos están dados por los impuestos a las ganancias del sector de *commodities*:

$$T_t = \tau^G \Psi_t^C = \tau^G (1 - \nu) P_t^C Y_t^C$$

Identidades de una economía abierta

Tipo de cambio real:

$$Q_t = \frac{P_t^*}{P_t} S_t$$

Términos de intercambio:

$$\hat{J}_t = \frac{P_t^H}{P_t^F}$$

Precio relativo de los bienes domésticos:

$$t_t^H = \frac{P_t^H}{P_t}$$

Precio relativo de los bienes extranjeros:

$$t_t^F = \frac{P_t^F}{P_t}$$

News shocks

Seguindo a Pfeifer (2019), los precios de los *commodities* tendrán el siguiente comportamiento:

$$P_{t,j}^{C,*} = \bar{P}^{C,*} + \rho^C (P_{t-1}^{C,*} - \bar{P}^{C,*}) + \varepsilon_{t,j}^{C,surprise} + \varepsilon_{t+j}^{C,news}$$

Donde:

$$\varepsilon_{t,j}^{C,surprise} \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$\varepsilon_{t+j}^{C,news} \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Para el presente trabajo, j adopta el valor de 8.

2.3 Idea central del modelo

Un incremento anticipado de los TOT ocasionará un importante efecto ingreso en los agentes, quienes suavizarán la esperada riqueza mayor a lo largo del horizonte temporal mediante un mayor consumo de todos los bienes, e invirtiendo en el sector exportable que se hace relativamente más rentable. Pero ello implica, dado que los mayores ingresos aún no se han concretado, que los agentes tienden a desahorrar y esto se reflejará como un déficit en cuenta corriente y, por ende, en la cuenta financiera. Ya que este endeudamiento con el exterior está dado en moneda extranjera, generará presiones a la depreciación de la moneda local por la mayor demanda de dólares.

Es importante explicar cómo funciona el canal de portafolio ante este *news shock*, en nuestra configuración del modelo. La idea subyacente es la preferencia exógena de los agentes por mantener un portafolio en su propia moneda, en un escenario donde no todas las transacciones se hacen con dicha moneda sino con una divisa común (el dólar, en este caso) que opera como moneda dominante. Estamos relajando el supuesto de *zero net supply* utilizado en los modelos macro tradicionales. Así, los agentes domésticos querrían una cartera totalmente en soles, mientras que los extranjeros preferirían una cartera totalmente dolarizada. Por tanto, los domésticos buscarán intercambiar la mencionada deuda en moneda extranjera por deuda en moneda nacional y acudirán a los intermediarios financieros (*FX dealers*), quienes tomarán una posición aún más corta en dólares; lo que genera una mayor tendencia a la depreciación. El tipo de cambio se desviará, entonces, de su senda de ajuste eficiente. Nótese que esta desviación no se debe a cambios en los fundamentos de la economía ni a diferenciales de tasas de interés (como indicaría la UIP tradicional), sino al comportamiento adverso al riesgo de los *FX dealers*, a su imperfecta información y, principalmente, a la existencia del dólar como moneda dominante.

Estas desviaciones abren espacio para que la autoridad monetaria intervenga en el mercado cambiario. Como el tipo de cambio tendrá una volatilidad mayor que en un escenario sin fricciones, habrá una disminución ineficiente del bienestar de los agentes. El banco central, por tanto, podrá reaccionar ante dichos *shocks* para disminuir la volatilidad cambiaria comprando o vendiendo dólares. Por ejemplo, ante una noticia positiva sobre los precios futuros de exportación, el mecanismo mencionado inducirá a que el sol se «sobredeprecie» (habrá un tipo de cambio ineficientemente mayor) y a que el BCRP reaccione inyectando dólares en la economía.

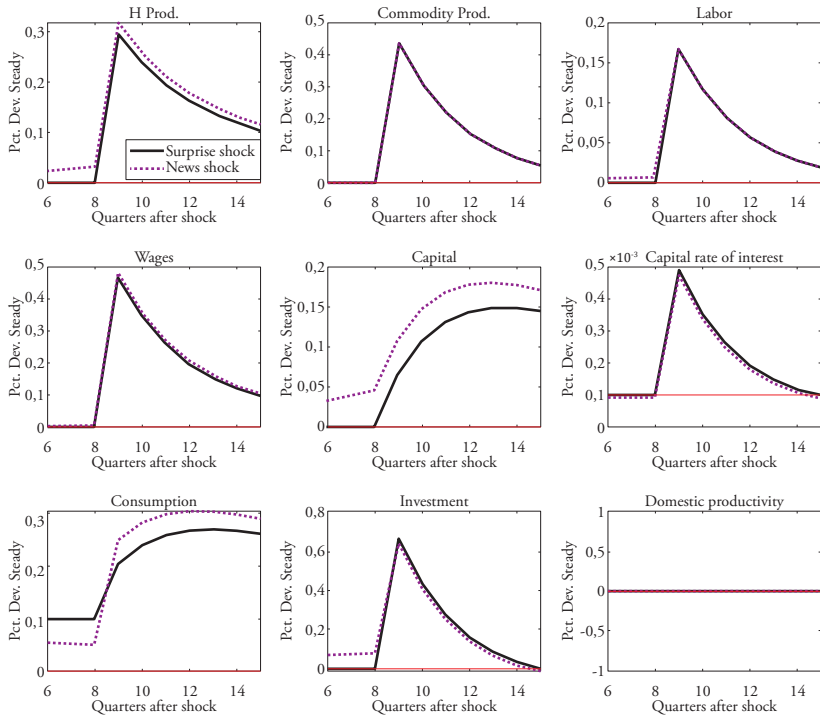
3. Análisis de resultados

Realizamos tres ejercicios de análisis. El primero consiste en generar y comparar las funciones impulso-respuesta de las variables del modelo ante un *shock* positivo en el precio de los *commodities* que llega a materializarse, cuando dicho *shock* no es anticipado y cuando un *news shock* lo anticipa; es decir, en el período t , los agentes reciben información del *shock* que efectivamente ocurre en el período $t + 8$. En el segundo ejercicio, mostramos los efectos (impulso-respuesta) ante un *shock* «puro» de noticias; es decir, un anuncio del precio futuro de *commodities* que, llegado el momento (período $t + 8$), no llega a materializarse. Terceramente, mostramos los efectos del canal fiscal graficando las funciones impulso-respuesta ante un *news shock* bajo distintos niveles de la tasa impositiva al sector de *commodities*, y analizamos cuánto afecta esta presencia estatal a la dinámica del modelo.

3.1 *Shock* anticipado vs. no anticipado

Los paneles en la figura 5 muestran comparativamente las funciones impulso-respuesta ante un *shock* positivo anticipado en el precio de los *commodities* y ante uno no anticipado. Las mostramos de manera que el *shock* de precios ocurra en el período 8, pero en dos escenarios. Las líneas negras indican el *shock* no anticipado, por lo que sus desviaciones del equilibrio antes de dicho período son cero. Las líneas punteadas rosadas muestran las respuestas ante el mismo *shock* de precios, pero del cual los agentes recibieron información ocho períodos antes ($t = 0$); por tanto, cualquier respuesta en períodos previos al octavo indicará cierta anticipación por parte de los agentes. Se observa, respecto a las principales variables (Producción doméstica, Consumo, Capital e Inversión), que los agentes efectivamente reaccionan anticipando el cambio futuro en el precio.

Figura 5
Comparación de impulso-respuestas ante un *shock* positivo anticipado en los términos de intercambio, y uno no anticipado



Elaboración propia, 2023.

Nótese que el consumo baja apenas el agente recibe la noticia, mientras que el capital y la inversión tienden a subir a partir de tal recepción. Es decir, los agentes anticipan la mayor rentabilidad futura del sector de *commodities*, y por ello deciden invertir sustituyendo consumo presente por consumo futuro. De modo que el trabajo y la producción doméstica aumentan antes de la realización del choque. En consecuencia, la acumulación de capital y el consumo futuros (entre los períodos 10 y 15) alcanzan niveles mayores que en el caso de un *shock* no anticipado.

Sin embargo, debemos señalar que esas reacciones, si bien son consistentes con la teoría económica, no reflejan la dinámica que esperábamos. Ya que, según nuestra hipótesis, el efecto ingreso debería ser mayor que el efecto sustitución, lo que haría a los agentes sentirse relativamente más ricos, incentivám-

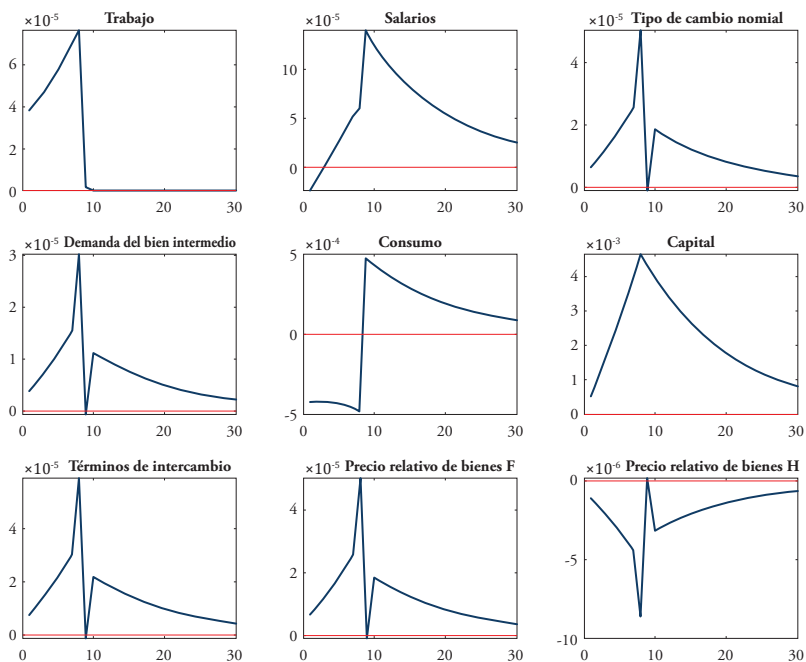
doleos a trasladar esa futura riqueza (aún no realizada) al presente, generando una cuenta corriente más deficitaria. Así, el consumo subiría en los períodos anteriores a la realización del *shock*, y el trabajo, por el mismo efecto riqueza, disminuiría en esos períodos. En el anexo 2, pueden observarse las reacciones de las variables financieras, donde el efecto entre los *shocks* anticipados y no anticipados no es tan diferente como se esperaría.

3.2 Simulación de *shocks* de noticias «puras»

Esta simulación detecta la reacción de los agentes cuando, llegado el período ($t = 8$) en el que los precios de *commodities* deberían subir según las noticias en ($t = 0$), sucede que no suben. Ante esta anticipación no materializada, las decisiones de los agentes a partir del período 8 diferirán de las que tomaron en períodos previos bajo la sola influencia del *news shock*.

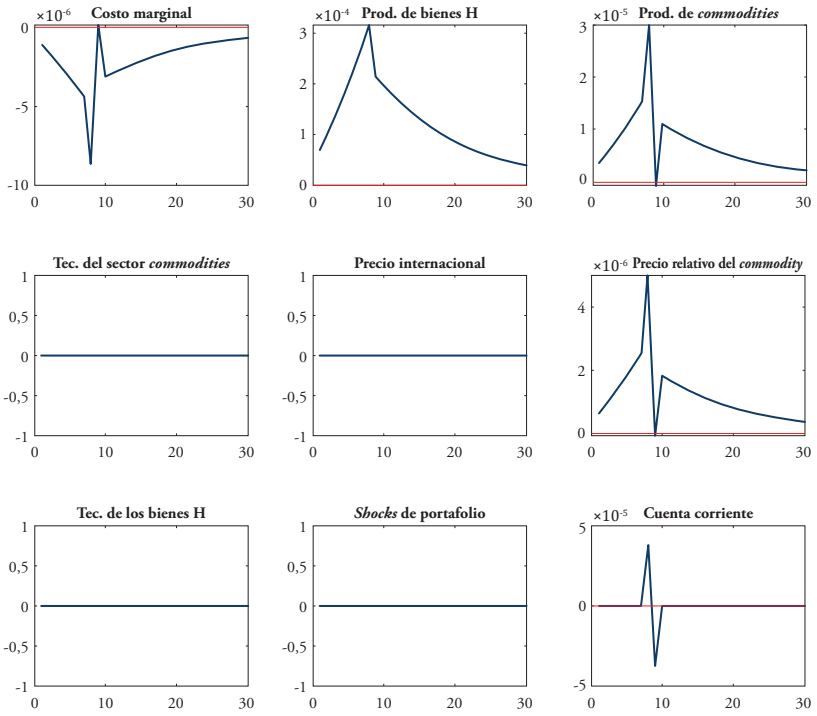
En efecto, los paneles en las figuras 6, 7 y 8 muestran que, inicialmente, aumenta la oferta laboral y disminuye el consumo (debido a la sustitución entre consumo presente y futuro), pero, a partir de $t = 8$, caen trabajo y capital, mientras que el consumo vuelve a subir. Y también muestran que, inicialmente, aumentan la producción de *commodities*, la inversión y la producción doméstica, pero que estas tres variables caen a partir del período 8.

Figura 6
Impulso-respuesta ante un *shock* de noticias «puras» (I)



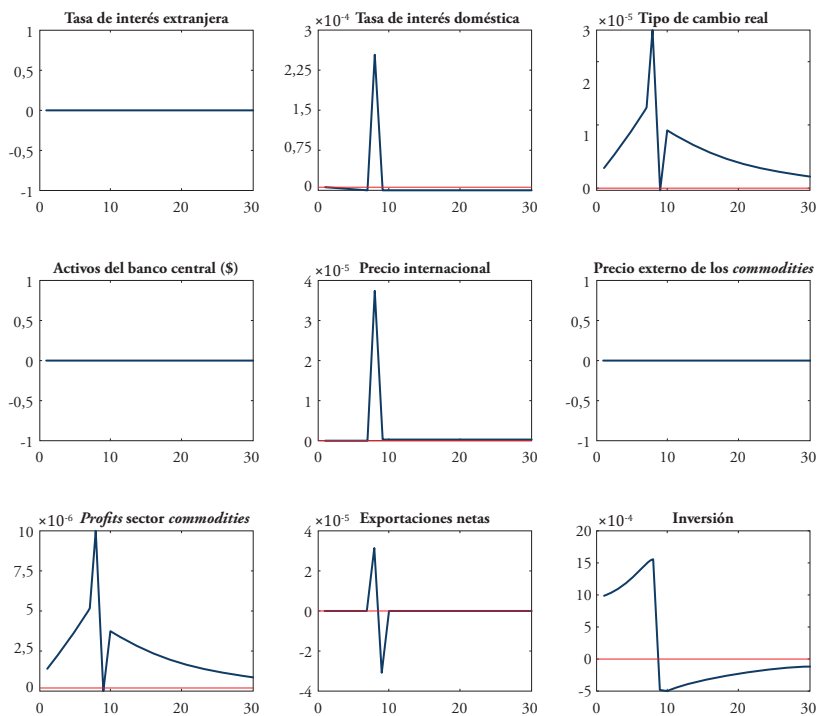
Elaboración propia, 2023.

Figura 7
Impulso-respuesta ante un *shock* de noticias «puras» (II)



Elaboración propia, 2023.

Figura 8
Impulso-respuesta ante un *shock* de noticias «puras» (III)



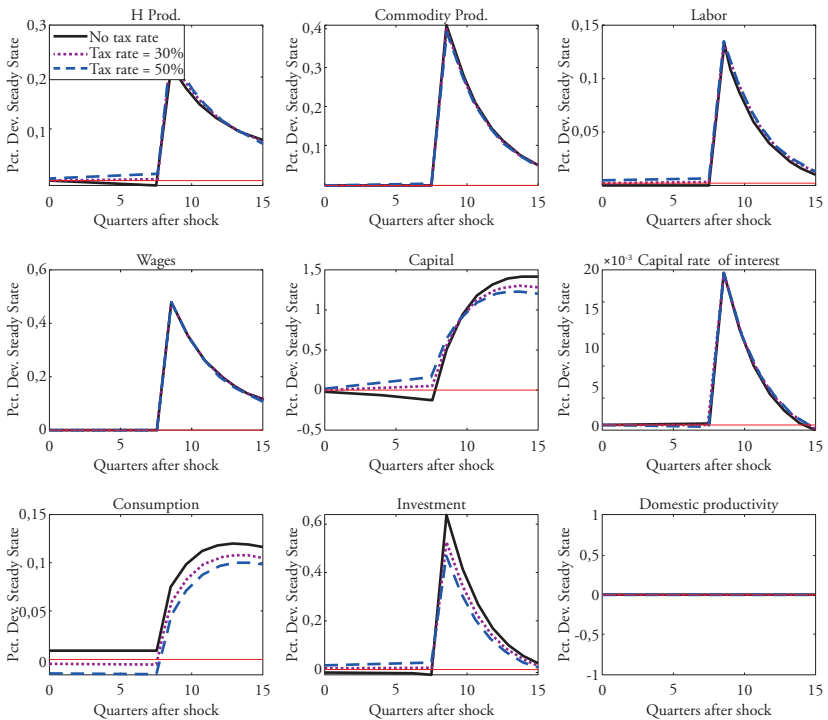
Elaboración propia, 2023.

3.3 Simulación de respuestas a *news shock* bajo distintos niveles de tasa impositiva

En esta simulación, el Estado sigue una regla de gasto equilibrado (gastos iguales a ingresos en cada período) y no tiene un papel productivo explícito. Su rol se reduce a recaudar impuestos a los beneficios del sector exportador y a gastarlos demandando bienes domésticos; pero no produce bienes intermedios, ni bienes finales, ni *commodities*. Este rol implica que el efecto de subir la tasa impositiva al sector exportador sería perjudicial, pues simplemente reduce beneficios. En cuyo caso, la tasa impositiva óptima en estado estacionario sería igual a cero.

Las funciones impulso-respuesta (FIR) en la figura 9 permiten observar cómo afecta una subida de la tasa impositiva al sector exportador. Y muestran un comportamiento interesante: cuando esa tasa impositiva es cero, los agentes tienen un comportamiento diferente a cuando es positiva. El cambio no solo es en magnitud, sino en dirección. En efecto, el consumo tenderá a aumentar desde que se anuncia la noticia hasta que se materializa, e incluso después aumenta en mayor proporción cuando dicha tasa es cero que cuando es positiva. ¿Por qué sucede esto?

Figura 9
Impulso-respuestas ante *news shock* bajo distintas tasas impositivas



Elaboración propia, 2023.

Podemos interpretarlo como un efecto riqueza mayor que el efecto sustitución: los agentes piensan que serán más ricos debido al anuncio del *shock* y, cuando la tasa impositiva es cero, no vacilan en trasladar intertemporalmente la riqueza esperada, aumentando su consumo y reduciendo el trabajo (aunque

la magnitud de este cambio no resulta evidente a la luz de la FIR del trabajo desde que reciben la noticia, sin esperar a que efectivamente ocurra la subida de precios de los *commodities*. Este comportamiento se explica porque el Estado no grava el sector de *commodities*, y por ello no afecta los mayores beneficios futuros del sector por la esperada subida de precios. Por otro lado, pese a que se desacumula capital, su nivel luego del *shock* es mayor que cuando la tasa impositiva es positiva.

Nótese, sin embargo, que variables como la cuenta corriente, el tipo de cambio real y la posición de los intermediarios financieros no responden como se hipotetizó (véase el anexo 3). Esto puede deberse principalmente a que la parametrización del modelo es similar a un esquema Cole-Obstfeld con elasticidades de sustitución iguales a 1. No obstante, dado que la hipotetizada dinámica interna de anticipación sí es observada en importantes variables de interés, como consumo e inversión y producción de *commodities*, cabe realizar ejercicios de intervención cambiaria en el marco del mencionado esquema de parametrización.

3.4 Intervención cambiaria: reglas simples y óptimas (*optimal simple rules*)

Aquí exploramos el potencial efecto de la intervención cambiaria en reducir la pérdida de bienestar causada por la conjunción del choque de noticias con el canal de portafolio. Proponemos reglas simples y óptimas (OSR) para el banco central, el cual reaccionará comprando/vendiendo dólares para reducir la volatilidad del tipo de cambio y así mitigar los impactos negativos de los choques.

Las reglas de intervención serán tres. El banco central reacciona ante: (1) la depreciación cambiaria (variación porcentual del tipo de cambio nominal), (2) las desviaciones del precio internacional de *commodities* de su senda de estado estacionario y (3) la desviación cíclica de la posición neta de los FX *dealers*.

Formalmente, estas tres reglas se expresan de la siguiente manera:

$$B_{t+1}^{cb,*} = \phi_{cb}^1 \left(E_t \frac{S_{t+1}}{S_t} - 1 \right)$$

$$B_{t+1}^{cb,*} = \phi_{cb}^2 (E_t P_{t+1}^* - P_{SS}^*)$$

$$B_{t+1}^{cb,*} = \phi_{cb}^3 (E_t D_{t+1}^* - D_{SS}^*)$$

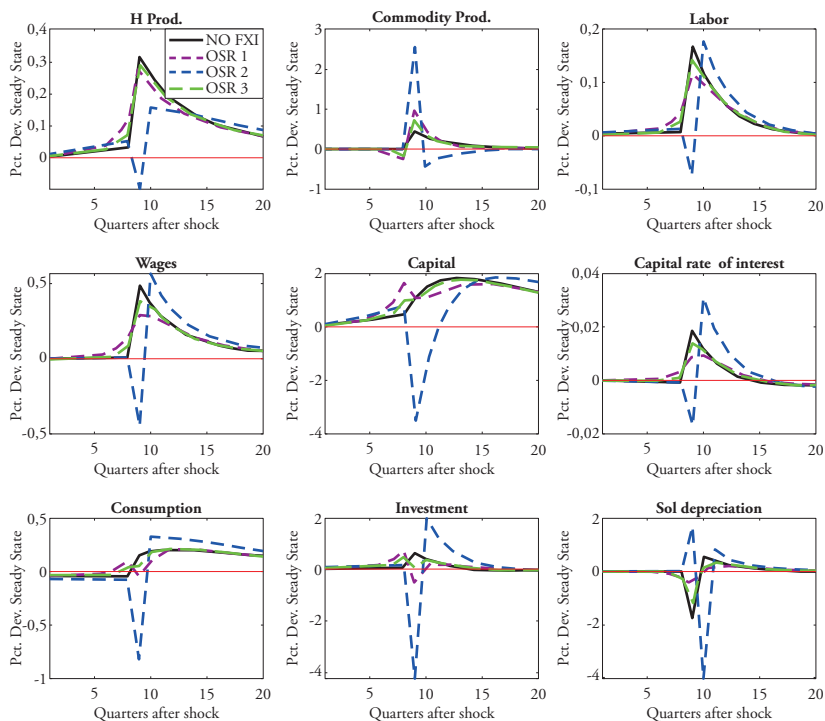
En la OSR 1, la autoridad monetaria busca que las variaciones en el tipo de cambio no sean muy bruscas, por lo que interviene para minimizar esta volatilidad. En la OSR 2, el banco central busca mitigar los efectos del choque de precios internacionales directamente, no a través de otras variables afectadas. La OSR 3 directamente busca atenuar el canal de portafolio de los intermediarios. Recordemos que, en presencia del canal de portafolio, el tipo de cambio sobrerreacciona ineficientemente ante el choque de noticias y esto genera pérdidas de bienestar frente al caso sin fricciones.

Por tanto, el ejercicio consiste en encontrar los parámetros óptimos $(\phi_{cb}^1, \phi_{cb}^2, \phi_{cb}^3)$ que maximicen el bienestar no condicional de los agentes reduciendo los cambios bruscos en las variables. De manera formal, definimos el bienestar no condicional de los agentes como:

$$W = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, l_t)$$

Las trayectorias de las variables ante el mismo *news shock*, pero con las diferentes reglas de política, se muestran mediante las funciones impulso-respuesta en las figuras 10 y 11.

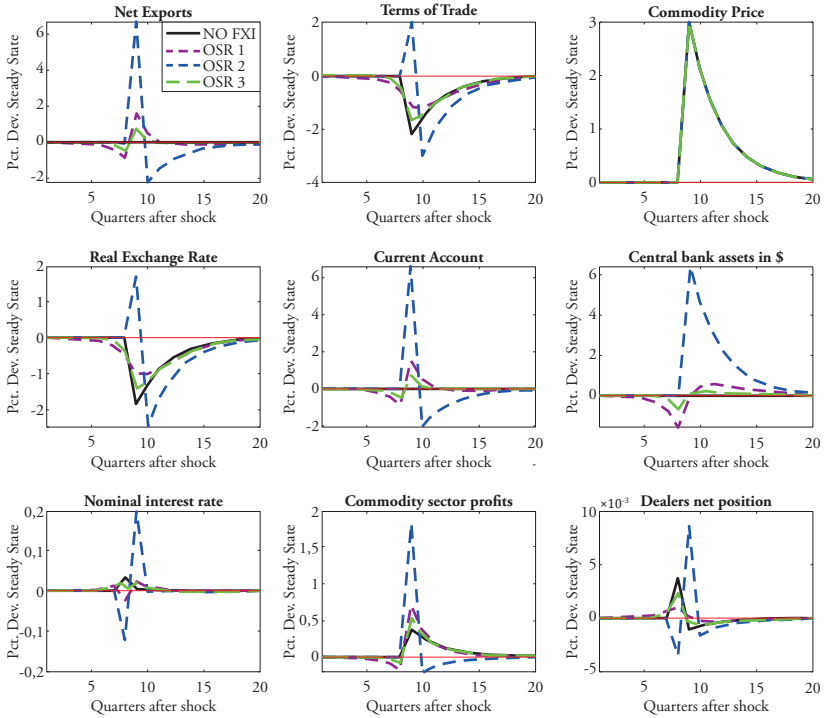
Figura 10
Impulso-respuestas ante un *news shock* a los precios de *commodities*, bajo diferentes reglas de política cambiaria (I)



Elaboración propia, 2023.

La OSR 1 (líneas rosadas) genera que las variables trabajo, salarios, tasa de interés del capital y depreciación cambiaria reaccionen menos bruscamente, aunque van en la misma dirección. La OSR 3 tiene un impacto similar en dirección, pero menor en magnitud. En contraste, la OSR 2 ocasiona una mayor reacción en las variables trabajo, salarios, inversión, capital, consumo y depreciación cambiaria. En algunas de estas (inversión, depreciación), la respuesta se da en dirección opuesta. La figura 11 permite observar la posición externa del banco central. Allí se muestra que, bajo las OSR 1 y 3, dicho banco desacumula reservas en los períodos previos al *shock*, y luego las acumula una vez ocurrido el *shock*. En contraste, bajo la regla 2, el banco central no reacciona en los períodos previos, sino solo cuando ocurre el *shock*, acumulando reservas masivamente.

Figura 11
Impulso-respuestas ante un *news shock* a los precios de *commodities*, bajo diferentes reglas de política cambiaria (II)



Elaboración propia, 2023.

También permite observar el impacto sobre la cuenta corriente/CC). La cual, bajo las OSR 1 y 3, se vuelve deficitaria al recibir la noticia, en línea con las estadísticas (tabla 1) y con el explicado canal de transmisión. Esto no ocurre bajo la OSR 2, pues en este caso la CC reacciona únicamente cuando ocurre el *shock*, y el impacto de este sobre la CC, contrariamente a lo esperado, es amplificado en vez de mitigado por la regla 2. La interpretación es clara: en la medida en que la variable operativa de la OSR 2 no es ninguna de las variables impactadas por el *shock* de precios de *commodities*, sino la resultante desviación en estos precios, la regla 2 hace percibir a los agentes que su objetivo subyacente es aprovechar la volatilidad para aumentar el bienestar, en vez de reducir la volatilidad para minimizar la pérdida de bienestar. Esto explicaría la amplificación de los efectos del *shock*: los beneficios del sector de

commodities suben violentamente en el período 8 y la CC se hace muy superavitaria; mientras que, en los siguientes períodos, dichos efectos se revierten y los beneficios del sector de *commodities* se vuelven negativos desde ($t = 10$) hasta volver a su senda de equilibrio. Tal parece entonces que la regla 2 no es la mejor opción de política, aunque esta intuición debe ser contrastada con los resultados numéricos.

Por ello, procedimos a estimar las diferencias de bienestar para cada regla, que, medidas como proporciones del consumo de estado estacionario sin fricciones, mostramos comparativamente en la tabla 3. Donde $\sigma(rer)$ y $\sigma(dep)$ representan las desviaciones estándar para el tipo de cambio real y la depreciación cambiaria. Y *Welf.gain* es la ganancia de bienestar, definida como la diferencia entre el bienestar obtenido sin y con intervención (como proporción del consumo de equilibrio).

Tabla 3
Comparación de bienestar ante diferentes reglas de política cambiaria

	No-FXI	OSR 1	OSR 2	OSR 3
$\sigma(Y)$	0,2261	0,2110	0,1819	0,2195
$\sigma(W)$	0,4288	0,3555	0,5525	0,3952
$\sigma(L)$	0,2334	0,1952	0,2555	0,2159
$\sigma(C)$	0,2342	0,2227	0,4328	0,2278
$\sigma(rer)$	0,5399	1,9546	3,7498	2,2695
$\sigma(dep)$	1,9827	0,6927	4,5158	1,2570
Welf.gain	0,0000	0,0103	-0,0043	-0,0150

Elaboración propia, 2023.

Al comparar las volatilidades de las variables principales entre las tres reglas y el caso sin intervención, se observan diferencias significativas: si bien las tres reglas logran reducir la volatilidad del producto (aunque en diferentes magnitudes), la regla 1 es la única que logra al mismo tiempo reducir las desviaciones estándar de todas las variables y aportar una ganancia de bienestar. En cambio, la regla 2 no tiene éxito en reducir la volatilidad cambiaria, tanto en niveles como en tasa de crecimiento, pues ocasiona que se incrementen ambas desviaciones estándar $\sigma(rer)$ y $\sigma(dep)$. Inferimos así que la acción conveniente del banco central no es tratar de mitigar directamente el choque de precios internacionales como tal, sino contrarrestar sus efectos sobre las variables de interés económico. Esto porque lo óptimo es que una economía

de mercado mejore su capacidad de ajustarse ante cualquier cambio de precios. No es óptimo que la autoridad fije una regla que busque que la economía opere como si no hubiera sucedido el *shock*. Por el contrario, dado el choque (y considerando las ineficiencias derivadas de las fricciones financieras), la autoridad debe procurar que su efecto sobre la estabilidad sea el menor posible.

La comparación realizada pone en evidencia que no todas las reglas son *welfare-improving*. Esto nos dice que la intervención cambiaria bien direccionada, bajo este *setup* y parametrización del modelo, es deseable. Específicamente, la regla 1 logra aportar una ganancia de bienestar equivalente a un 1,03% del nivel de consumo natural.

Nuestros resultados subrayan la importancia de la intervención de la autoridad monetaria en el mercado cambiario. Existe una racionalidad de eficiencia detrás de este tipo de intervenciones, pues tradicionalmente los controles de divisas eran vistos como instrumento para impulsar al sector exportador (realizar devaluaciones «competitivas»). Este motivo no es el mejor en términos de bienestar, ni es el que estudiamos en este trabajo. Por otro lado, dejar a la moneda flotar libremente ante choques actuales o anticipados de precios internacionales tampoco es óptimo debido a las fricciones financieras. Comprar y vender dólares en respuesta a estos *shocks* cíclicos tiene como objetivo reducir la volatilidad de las variables, el cual es el mandato explícito de bancos centrales como el BCRP.

4. Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación explora los efectos de los *news shocks* en los términos de intercambio mediante un enfoque de equilibrio general y microfundamentado, considerando fricciones financieras. Empíricamente, utilizando un BVAR, encontramos que dichos choques tienen un efecto significativo en variables como la cuenta corriente y el producto sectorial minero. Teóricamente, identificamos impactos diferenciados entre choques anticipados y no anticipados, incluso cuando no se hacen realidad los cambios anticipados en los precios internacionales.

En materia de política, demostramos que, bajo el mencionado enfoque, una política cambiaria bien direccionada puede mejorar el bienestar al reducir la volatilidad de variables clave como el tipo de cambio, el producto y el consumo. Sin embargo, una intervención incorrecta puede ser contraproducente. Este resultado es importante, pues es consistente con el accionar del BCRP en la vida real, tanto en materia de política monetaria como cambiaria: dicha autoridad no reacciona ante cualquier choque que

ocurra, sino primero identifica aquellos sobre los que debe intervenir y luego decide si hacerlo o no.

Estos hallazgos son importantes no solo a nivel académico, al explorar canales de transmisión novedosos respecto a los choques y para las respectivas medidas de política económica, sino también a nivel práctico. En tal sentido, demostramos la deseabilidad de la intervención cambiaria en el caso peruano, en vista no solo de su realidad de economía pequeña, abierta, muy rica en recursos naturales y con un producto nacional muy sensible ante choques de precios internacionales; sino también a la luz de la rigurosa configuración del modelo aportante de nuestros resultados. También mostramos que dicha intervención es importante no solo como parte de la respuesta a choques actuales de precios internacionales, sino también ante noticias anunciadoras de tales choques (*news shocks*). Esto es crucial, especialmente en períodos como el actual, en el que se anticipa un aumento significativo en los precios de metales como el cobre debido a condiciones internacionales y mayor demanda. En esta dinámica, las fricciones en mercados cumplen un papel importante y la autoridad monetaria debe intervenir de manera óptima para reducir pérdidas de bienestar mitigando ineficiencias debidas a dichas fricciones.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Una limitación del presente estudio es la representación simplificada del Estado. En el modelo propuesto, no hay un papel estatal explícito en la actividad productiva ni en la redistribución. Esta omisión podría afectar la capacidad del modelo para capturar plenamente los efectos de las políticas públicas y medidas fiscales en la dinámica cíclica frente a los choques. Una investigación futura podría centrarse en desarrollar un papel más activo del Gobierno, considerando sus funciones redistributivas y su capacidad para subsidiar o gravar ciertos sectores con objetivos específicos.

Otra limitación es que nuestra parametrización del modelo se acerca a un esquema Cole-Obstfeld, que asume elasticidades de sustitución entre bienes domésticos y extranjeros, y entre variedades, iguales a 1. Si bien este supuesto simplifica la modelación matemática, también limita la capacidad de analizar movimientos intertemporales. En futuras investigaciones, recomendamos explorar alternativas que permitan alejarse de este esquema, considerando elasticidades de sustitución más realistas, a fin de enriquecer el análisis y obtener resultados más robustos ante cambios en los parámetros.

Finalmente, otra importante línea de investigación futura consiste en incluir política monetaria. En el modelo aquí propuesto, el banco central se limita únicamente a comprar y vender divisas, lo cual representa solo una de

sus herramientas disponibles. También cuenta con herramientas de política monetaria. Sería interesante explorar cómo interactúa la política cambiaria con la monetaria en escenarios que incluyan rigideces de precios. Esto permitiría analizar cómo ambas políticas pueden complementarse o limitarse entre sí, lo que agregaría realismo al análisis del accionar de los bancos centrales.

Referencias

- Ascarza, D. D. (2017). *Precios de commodities, términos de intercambio y productividad en el Perú: un enfoque DSGE* (tesis de maestría, Universidad del Pacífico – Escuela de Postgrado). <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/1884>
- Barsky, R. B., & Sims, E. R. (2011). News shocks and business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 58(3), 273-289. doi:10.1016/j.jmoneco.2011.03.001
- Beaudry, P., & Portier, F. (2004). An exploration into Pigou's theory of cycles. *Journal of Monetary Economics*, 51(6), 1183-1216. doi:10.1016/j.jmoneco.2003.10.003
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383-398. doi:10.1016/0304-3932(83)90060-0
- Castillo, P., & Salas, J. (2012). *Los términos de intercambio como impulsores de fluctuaciones económicas en economías en desarrollo: estudio empírico*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. <https://www.cemla.org/PDF/premiobc/pub-lib-premio2010.pdf>
- Cavallino, P. (2019). Capital flows and foreign exchange intervention. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 11(2), 127-170. doi:10.1257/mac.20160065
- De Farias, L. H. (2017). *Commodity prices and business cycle in emerging economies: The role of news shocks* (tesis de maestría, Universidade Federal de Pernambuco). <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/25951>
- Fernández, A., Schmitt-Grohé, S., & Uribe, M. (2017). World shocks, world prices, and business cycles. *Journal of International Economics*, 108(S1), S2-S14. doi:10.1016/j.jinteco.2017.01.001
- Ferrero, A., & Seneca, M. (2019). Notes on the underground: Monetary policy in resource-rich economies. *Journal of Money, Credit and Banking*, 51(4), 953-976. doi:10.1111/jmcb.12556
- Florián, D., Aguilar, J., Toma, H., & Velásquez, C. (2018). Impacto de los cambios anticipados de los términos de intercambio en la economía. *Moneda*, 174, 21-25. Banco Central de Reserva del Perú. <https://www.bcrp.gob.pe/.../Publicaciones/Revista-Moneda/.../moneda-174-05.pdf>
- Gabaix, X., & Maggiori, M. (2015). International liquidity and exchange rate dynamics. *The Quarterly Journal of Economics*, 130(3), 1369-1420. doi:10.1093/qje/qjv016
- Kose, M. A. (2002). Explaining business cycles in small open economies: «How much do world prices matter?». *Journal of International Economics*, 56(2), 299-327. doi:10.1016/j.jinteco.2017.01.001

- Itskhoki, O., & Mukhin, D. (2021). Exchange rate disconnect in general equilibrium. *Journal of Political Economy*, 129(8), 2183-2232. doi:10.1086/714447
- Llosa, L. G. (2022). Gestionando choques de términos de intercambio. En M. Ortiz & D. Winkelried (Eds.), *Hitos de la reforma macroeconómica en el Perú 1990-2020: la recompensa de los tamias* (pp. 228-242). Universidad del Pacífico. <https://hdl.handle.net/11354/3347>
- Mendoza, E. G. (1995). The terms of trade, the real exchange rate, and economic fluctuations. *International Economic Review*, 36(1), 101-137. doi:10.2307/2527429
- Montoro, C., & Ortiz, M. (2020). *The portfolio channel of capital flows: A small open economy approach*. Working Paper 168. Peruvian Economic Association. <https://perueconomics.org/wp-content/uploads/2020/08/WP-168.pdf>
- Ortiz, M., Herrera, G., & Pérez, F. (2022). *The shine beneath: Foreign exchange intervention in resource-rich economies*. MPRA Paper 116208. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/116208/1/MPRA_paper_116208.pdf
- Pfeifer, J. A. (2019). *Two centuries of commodity cycles – Dynamics of the metals & mining industry in light of modern portfolio theory* (tesis doctoral, Universidad Técnica de Freiberg). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa2-709922>
- Schmitt-Grohé, S., & Uribe, M. (2018). How important are terms of trade shocks? *International Economic Review*, 59(1), 85-111. <https://www.jstor.org/stable/45018885>
- Winkelried, D. (2016). Piecewise linear trends and cycles in primary commodity prices. *Journal of International Money and Finance*, 64(C), 196-213. doi:10.1016/j.jimonfin.2016.01.006
- Zeev, N., Pappa, E., & Vicondoa, A. (2017). Emerging economies business cycles: The role of commodity terms of trade news. *Journal of International Economics*, 108(C), 368-376. doi:10.1016/j.jinteco.2017.07.008

Apéndice: Ecuaciones finales del modelo

Demanda agregada (y_t):

$$Y_t^{int} = \gamma(t_t^H)^{-1}C_t + S_w\gamma(t_t^H)^{-1}Z_t + M_t + G_t$$

Tipo de cambio real (rer_t):

$$Q_t = S_t$$

Ecuación de Euler (c_t):

$$C_t^{-\gamma^c} = \beta E_t [C_{t+1}^{-\gamma^c} (1 + i_t)]$$

Nivel de precio (p_t):

$$1 = (t_t^H)^\gamma (t_t^F)^{1-\gamma}$$

Términos de intercambio (\hat{J}_t):

$$\hat{J}_t = \frac{Q_t}{t_t^H}$$

Costos de ajuste de acumulación de capital (Z_t):

$$S_w Z_t = [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t] + \frac{\kappa}{2} \frac{(K_{t+1} - K_t)^2}{K_t}$$

CPO del capital (K_t):

$$\begin{aligned} & \left(1 + \frac{\kappa(K_{t+1} - K_t)}{K_t} \right) \\ &= \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\gamma} \left(1 - \delta + R_{t+1}^k + \kappa \left(\frac{K_{t+2} - K_{t+1}}{K_{t+1}} \right) \right) \right. \\ & \left. + \frac{\kappa}{2} \left(\frac{K_{t+2} - K_{t+1}}{K_{t+1}} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

Oferta de trabajo:

$$L_t^\chi C^{\gamma^c} = W_t$$

UIP modificada:

$$S_t = E_t S_{t+1} \frac{(1 + i_t^*)}{1 + i_t} + \left(1 + \frac{\omega}{m} \sigma^2 d_{t+1}^*\right)$$

Demanda de bienes domésticos:

$$Y_t^H = e^{a_t} K_t^\theta L_t^{1-\theta}$$

Demanda de trabajo (L_t):

$$w_t = \frac{(1 - \delta) MC_t Y_t^H}{L_t}$$

Demanda de capital (K_t):

$$S_w R_t^K K_t = \vartheta MC_t Y_t^H$$

Costo marginal (MC_t^H):

$$MC_t = \frac{1}{\theta^\theta (1 - \delta)^{1-\theta}} [e^{-a_t} (R_t^K)^\theta W_t^{1-\theta}]$$

Mark-up de bienes finales:

$$t_t^H = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} (1 - \tau^H) MC_t$$

Commodity technology (Y_t^C):

$$Y_t^C = A_{C,t} M_t^\nu$$

Demanda del sector de bienes H (M_t):

$$P_t^C A_{C,t} \nu M_t^{\nu-1} = t_t^H$$

Beneficios del sector de materia prima (Ψ^C):

$$\Psi_t^C = (1 - \tau^C)(1 - \nu) P_t^C Y_t^C$$

Cuenta corriente *LHS* (CA_t):

$$\frac{CA_t}{\bar{Y}} = S_t(D_{t+1}^* - D_t^* + B_{t+1}^{cb,*} - B_t^{cb,*}) - N_{t+1} + N_t$$

Cuenta corriente *RHS* (CA_t):

$$\frac{CA_t}{\bar{Y}} = NX_t + i_{t-1}^* S_t(D_t^* + B_t^{cb,*}) + i_t N_t$$

Net exports (NX_t):

$$NX_t = P_t^C Y_t^C - (1 - \gamma) S_t^{-1} C_t - (1 - \gamma) S_t^{-1} Z_t$$

Precio de los *commodities* en moneda local (P_t^C):

$$P_t^C = S_t P_t^{C,*}$$

Precio de los *commodities* en dólares USD ($P_t^{C,*}$):

$$P_t^{C,*} = \bar{P}^{C,*} + \rho^c (P_{t-1}^{C,*} - \bar{P}^{C,*}) + \varepsilon_t^{C,surprise} + \varepsilon_{t+j}^{C,news}$$

Tasa de interés internacional (i^*):

$$i_t^* = \frac{1}{\beta}$$

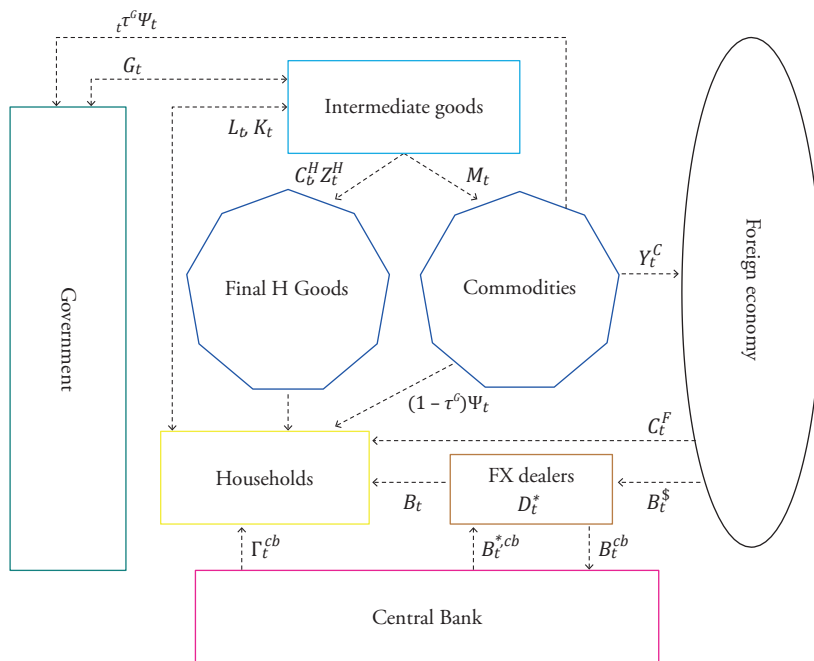
Identidad (t^F):

$$t_t^F = S_t$$

Nivel de precios extranjeros (P^*):

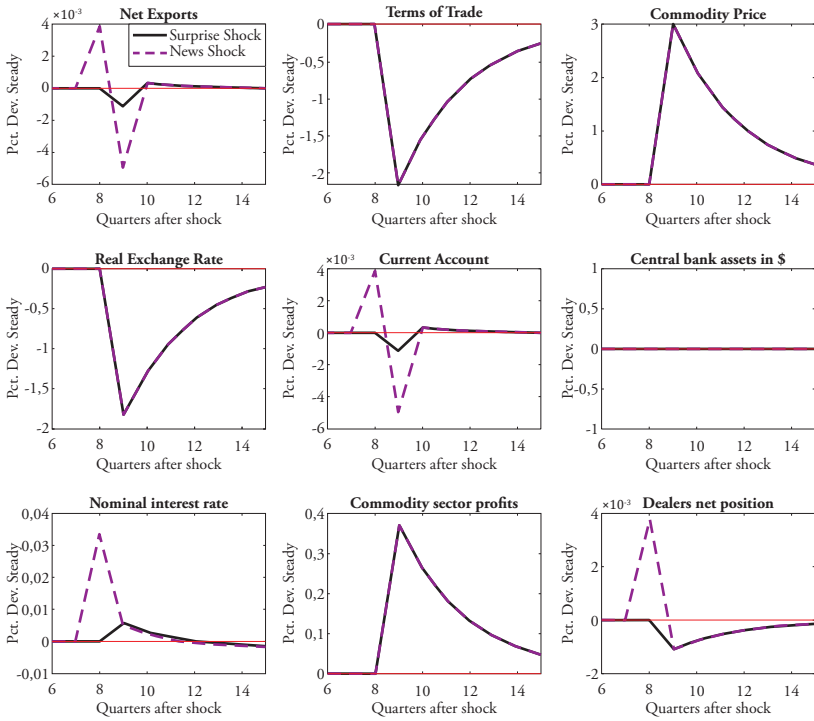
$$P_t^* = 1$$

Anexo 1. Esquema del modelo propuesto (Lázaro-Rebaza)



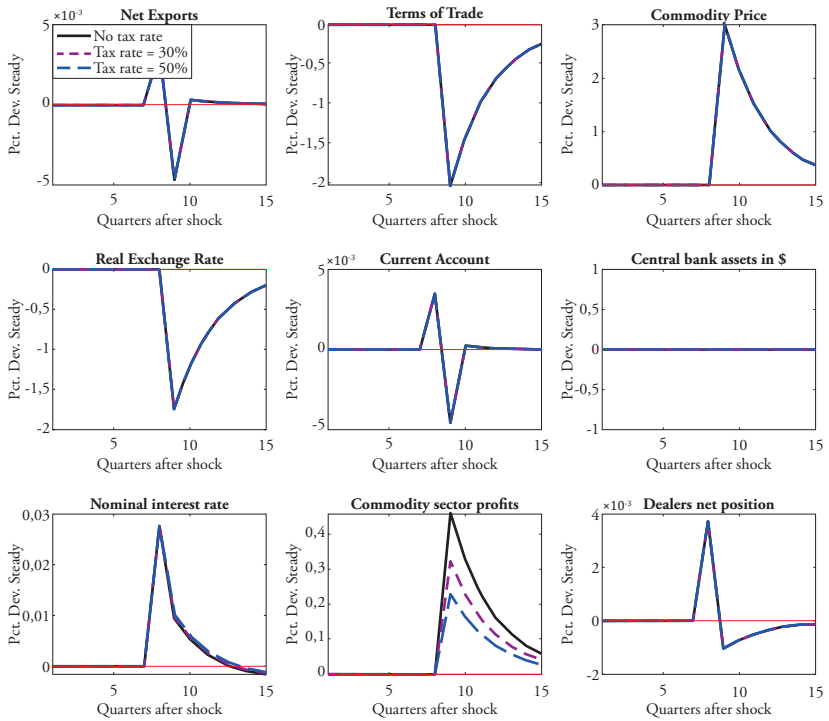
Elaboración propia, 2023.

Anexo 2. Impulso-respuesta ante *shocks* anticipados y no anticipados



Elaboración propia, 2023.

Anexo 3. Impulso-respuesta ante un *news shock* bajo diferentes tasas impositivas



Elaboración propia, 2023.