



# Reestimación del grado de transmisión de la tasa de cambio del peso sobre la inflación de los bienes importados\*

Hernán Rincón y Norberto Rodríguez\*\*

## Resumen

Conocer el grado de transmisión de los cambios en la tasa de cambio sobre la inflación interna es un interrogante constante de las autoridades monetarias de cualquier país. En este documento se reestima el grado de transmisión de corto y mediano plazo de las variaciones de la tasa de cambio del peso colombiano sobre la inflación de los bienes importados, estimados en González et al. (2010). Se utilizan datos trimestrales de Colombia para el período 1985-2014 y un modelo VAR no lineal de transición suave logística. Los resultados muestran que los grados de transmisión en general se mantienen, a pesar de la ampliación del período de estudio, que cubre la crisis financiera internacional 2007-2009, y de ajustes a la metodología econométrica implementada. Se concluye que el grado de transmisión es incompleto, endógeno y asimétrico, tanto en el corto como en el mediano plazo. Además, que un choque a la variación de la tasa de cambio se transmite a la inflación de los bienes importados en grados que varían entre 12% y 88%.

*Clasificación JEL:* F31, E31, E52, C51

*Palabras clave:* transmisión de la tasa de cambio (*exchange rate pass-through*), endogeneidad, asimetrías, modelo VAR-LST

## 1. Introducción

El objetivo de este documento es reestimar el grado de transmisión de corto y mediano plazo de choques a la variación de tasa del cambio del peso colombiano sobre los precios de los bienes importados (*exchange rate pass-through*). Las estimaciones se realizan en presencia de asimetrías y respuestas endógenas de la transmisión al estado de la economía, como en González et al. (2010). Se utilizan datos trimestrales para el período 1985:I – 2014:I y un modelo VAR no lineal de transición suave logística (VAR-LST).

---

\* Los autores agradecen la excelente asistencia de investigación por parte de Elena Delgado y David Delgado. Las opiniones, errores u omisiones contenidos en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva. Las sugerencias y comentarios favor dirigirlos a cualquiera de las siguientes direcciones: [hincoca@banrep.gov.co](mailto:hincoca@banrep.gov.co); [nrodrini@banrep.gov.co](mailto:nrodrini@banrep.gov.co).

\*\* Investigador Principal de la Unidad de Investigaciones y Econometrista Principal del Departamento de Modelos Macroeconómicos, Banco de la República.

El esquema teórico que respalda el modelo de regresión configura el comportamiento de un exportador externo que maximiza ganancias y vende sus bienes internamente, a precios con un margen cambiante sobre sus costos marginales. Como el margen depende positivamente de su participación en el mercado local, el exportador lo ajusta ante cambios de la tasa de cambio de tal manera que le permita mantener o ganar participación en el mercado<sup>1</sup>.

Las asimetrías en el grado de transmisión de choques a la tasa de cambio se pueden presentar cuando existen estructuras de mercado no competitivas y rigideces de precios o cantidades. Dichas asimetrías se relacionan con el signo, tamaño y temporalidad de las variaciones de la tasa de cambio (transitorias versus permanentes), con su volatilidad y con el estado de la economía.

El estado de la economía se captura en las estimaciones mediante las brechas del producto y de la tasa de cambio real, el cambio y volatilidad de las variaciones de la tasa de cambio, la variación y volatilidad de la inflación, el grado de apertura de la economía y el régimen inflacionario. A estas variables se les denomina variables de transición en la metodología econométrica que se implementa.

La volatilidad de la tasa de cambio mide la temporalidad de los cambios de dicha variable. Si la volatilidad es alta los exportadores extranjeros perciben las variaciones cambiarias como transitorios y castigan sus márgenes con el fin de transmitir los cambios de la tasa de cambio a sus precios de manera lenta y en menor grado. Ahora, si la volatilidad es baja los interpretan como permanentes y transmiten dichos cambios rápidamente y en mayor grado.

El estado o régimen inflacionario de la economía se construye mediante la eliminación del componente tendencial de la inflación observada. La idea es estimar y diferenciar el grado de transmisión entre un régimen “alto” y uno “bajo” de inflación. De acuerdo con Taylor (2000), la transmisión debería ser mayor en el primer régimen, ya que los exportadores

---

<sup>1</sup> Las predicciones del modelo pueden ser extendidas al comportamiento de un importador local que actúa en competencia monopolística y vende a precios por encima de sus costos marginales. Este tipo de agente hace parte de la estructura de los modelos DSGE que utilizan hoy en día muchos bancos centrales para el análisis y toma de decisiones de política.

externos o importadores locales no ajustarán sus márgenes sino que transmitirán las variaciones de la tasa de cambio a sus precios de manera rápida. En caso contrario, lo harán de manera lenta con el fin de mantener o ganar participación en el mercado, por medio de una estrategia de “princing to market”. Esta predicción se verifica de manera alternativa mediante la introducción de una variable de tendencia o tiempo como variable de transición adicional<sup>2</sup>, que permite capturar el cambio del régimen de inflación al interior de la muestra en estudio. De acuerdo con lo observado, la inflación anual promedio de Colombia fue 23% entre 1985 y 1998 y 5% entre 1999 y el primer trimestre de 2014.

Los estimaciones que se presentan más adelante capturan el canal de costos de los cambios en la tasa de cambio y dejan por fuera el estudio del canal de expectativas. Una excepción a esto último es el que se captura mediante la diferenciación entre cambios transitorios y permanentes de la tasa de cambio.

El canal de costos mide el efecto directo de cambios de la tasa de cambio sobre los precios de los bienes intermedios y finales importados del índice de precios al por mayor (IPP), que aumentan los costos de producción y con ello la inflación del índice de precios al consumidor (IPC). El grado de transmisión a través de este canal dependerá, entre otros, de la participación de estos precios en el IPC, del poder de mercado que tengan los exportadores externos o importadores locales en el mercado interno, de su capacidad de compensar *costos de menú* de cambios de precios y del estado de la economía.

Es bueno recordar que en Colombia el IPP importado representa el 23,65% del IPP total. Por otro lado, el IPC importado representa el 8,9% del IPC total y el 21,45% del IPC transable<sup>3</sup>. A su vez, el consumo intermedio importado representaba el 13% de los costos de producción de la economía, de acuerdo con la Matriz de Contabilidad Social del año 2004.

---

<sup>2</sup> La teoría econométrica sobre el uso de la variable tiempo en modelos no lineales de se puede consultar en van Dijk (2002) y Lundbergh et al. (2003).

<sup>3</sup> Nótese que los importados del índice de precios al por mayor no son necesariamente los mismos del índice de precios al consumidor. Por ejemplo, en el primero existen rubros importados de minería, industrial y agrícola que no se consideran en el segundo.

Luego de la introducción, el documento contiene cuatro secciones. La segunda describe los datos y presenta el modelo de regresión. La tercera muestra y analiza las estimaciones. La cuarta presenta los gráficos de las funciones impulso-respuesta. La última resume el documento mediante una conclusión general.

## 2. Datos y modelo de regresión

Se emplean datos trimestrales de Colombia para el período 1985-2014. Las variables endógenas del modelo VAR-LST son: el logaritmo natural del índice de precios al por mayor de los bienes importados ( $pm$ ), el logaritmo natural del índice de precios de los bienes producidos y consumidos localmente ( $pc$ ), el logaritmo natural del índice efectivo de la tasa de cambio nominal promedio del peso<sup>4</sup>, ponderado por comercio ( $e$ ), y la medida de los costos marginales de los exportadores externos ( $c^*$ ). Las variables de transición son las brechas del producto y de la tasa de cambio real, el grado de apertura de la economía, el crecimiento y la volatilidad de la variación de la tasa de cambio, la variación y volatilidad de la inflación, la medida del “régimen” inflacionario y la tendencia. El anexo 1 describe las series utilizadas, la metodología aplicada para obtener algunas de ellas y sus respectivas fuentes.

Las estimaciones del grado de transmisión y las respectivas funciones impulso-respuesta se obtienen a partir de un modelo no lineal vectorial de *transición suave logística* (VAR-LST), que permite modelar y diagnosticar los tipos de asimetrías y endogeneidades discutidos. El modelo se representa mediante la ecuación (1):

$$(1) \quad Y_t = \begin{bmatrix} \pi_t^{pm} \\ \pi_t^{pc} \\ \Delta e_t \\ \Delta c_t^* \end{bmatrix} = A(L)Y_{t-1} + F(V_{t-d}; \gamma, c)B(L)Y_{t-1} + \mu_t ,$$

con  $\pi_t^{pm} = \Delta pm_t$  y  $\pi_t^{pc} = \Delta pc_t$ .  $F(V_{t-d}; \gamma, c)$  es una matriz diagonal cuyos elementos  $f_j$  son funciones de transición,  $f_j(\cdot) = \{1 + \exp[-\gamma_j(V_t - c_j)]\}^{-1}$  representa la función

<sup>4</sup> La tasa de cambio está media en unidades de moneda local por dólar de los Estados Unidos.

acumulativa de probabilidad logística,  $V_{j,t}$  la variable de transición,  $\gamma_j$  el parámetro de suavización ( $\gamma_j > 0$ ),  $c_j$  parámetro de localización,  $\mu_t$  el vector de errores y  $\Delta$  el operador de primeras diferencias. Los parámetros  $\gamma_j$  y  $c_j$ , junto con  $V_{j,t}$ , gobiernan la transición entre *regímenes*. Así, cuando  $\gamma_j \rightarrow \infty$  y  $V_{j,t} < c_j$ , el sistema se ubica en el *régimen*  $A(L)Y_{t-1}$ , mientras que cuando  $\gamma_j \rightarrow \infty$  y  $V_{j,t} > c_j$  se ubica en el *régimen*  $[A(L) + B(L)]Y_{t-1}$ . Para valores finitos de  $\gamma_j$  se tiene un continuo entre los dos regímenes extremos.

El grado de transmisión para un plazo  $\tau$  se calcula como las respuestas trimestrales acumuladas de la inflación de los importados ante un choque ( $\varepsilon$ ) a la variación trimestral de la tasa de cambio con respecto a la respuesta trimestral acumulada de sí misma, como se muestra en la ecuación (2):

$$(2) \quad \text{Grado de transmisión}_\tau = \frac{\sum_{j=0}^{\tau} \frac{\partial \pi_{t+j}^{pm}}{\partial \varepsilon_t^e}}{\sum_{j=0}^{\tau} \frac{\partial \Delta e_{t+j}}{\partial \varepsilon_t^e}}.$$

Es decir, grado de transmisión mide el cambio relativo de la inflación acumulada hasta el momento  $\tau$  de los precios de los bienes importados ante un choque a la variación de la tasa de cambio en el período 0, con respecto a los cambios acumulados hasta el período  $\tau$  de su variación con respecto al cambio en sí misma en el período 0. Al corregir por éste último efecto, se evita la posibilidad de una sobreestimación del grado de transmisión, al igual que se corrige por la respuesta endógena de la tasa de cambio.

### 3. Estimaciones

El cuadro 1 muestra las estimaciones del grado de transmisión acumulado de choques positivos y negativos de 1% y 10% a la variación trimestral de tasa de cambio del peso sobre la inflación trimestral de los bienes importados, para diferentes plazos y las variables de transición mencionadas. Los gráficos que se presentan luego muestran las sendas acumuladas trimestre a trimestre, ante un choque positivo del 1% a la variación trimestral de la tasa de cambio. En el anexo 2 se explica la metodología de estimación, los ajustes

realizados y la manera como se obtuvieron las funciones impulso-respuesta. A pesar de que no se enseñan, se implementaron todas las pruebas requeridas por la metodología utilizada, así como los test de especificación, de estacionariedad de las series y de no linealidad del sistema. De igual manera, los gráficos correspondientes al choque del 10% no se presentan. Todas estas salidas están disponibles por solicitud a los autores.

La primera conclusión que se puede extraer del cuadro es que el grado transmisión es incompleto, tanto en el corto como en el mediano plazo. Así, un choque estructural positivo o negativo, grande o pequeño, a la variación de la tasa de cambio se transmite a la inflación de los bienes importados en grados que varían entre 12% del tamaño del choque, en los dos primeros trimestres, y 88%, en el mediano plazo<sup>5</sup>.

En segundo lugar, los resultados muestran evidencia de endogeneidad del grado de transmisión de los cambios de la tasa de cambio a su nivel, volatilidad y al estado de la economía.

En tercer lugar, se presentan asimetrías en el grado y evolución de la transmisión de la tasa de cambio. En el corto plazo y para un choque positivo, la transmisión es mayor cuando la brecha del producto es positiva, la tasa de cambio real está subvaluada, la volatilidad cambiaria es baja, la inflación del IPC se acelera y su volatilidad es alta, la economía es más abierta, la variación de la tasa de cambio se acelera y la inflación se ubica en un régimen “alto”. Estos resultados en general se mantienen en el mediano plazo.

Las anteriores conclusiones se ilustran con cuatro ejemplos. Primero, si la economía presenta una brecha positiva, un choque positivo de 1% a la variación de la tasa de cambio se transmite en un 43,1% de dicho choque a la inflación de los bienes importados a los dos trimestres, mientras que cuando es negativa lo hace en un 41,8%. Al año y en el mediano plazo, el tamaño relativo de los choques se reversa, de modo que a los cinco años el grado

---

<sup>5</sup> Nótese que todos los valores reportados en el cuadro y en las funciones impulso-respuesta son positivos, independientemente del signo del choque a la tasa de cambio. Cuando existe un choque negativo, las respuestas (el valor de los coeficientes) deben ser interpretados como negativos.

**Cuadro 1. Grado de transmisión estimado promedio**

Variable de transición	Tamaño del choque %	Choque positivo a la variación de la tasa de cambio				Choque negativo a la variación de la tasa de cambio			
		Dos trimestres	Un año	Tres años	Cinco años	Dos trimestres	Un año	Tres años	Cinco años
<i>Positiva</i>									
Brecha del producto	1	43,1	37,5	59,6	60,1	46,0	71,5	59,9	87,9
	10	26,0	37,5	44,6	45,4	28,8	39,9	46,9	47,7
<i>Negativa</i>									
	1	41,8	51,2	61,9	63,8	81,0	56,1	67,7	76,7
	10	21,74	34,4	46,0	47,1	24,5	36,5	47,7	48,7
<i>Positiva (depreciada o subvaluada)</i>									
Brecha de la tasa de cambio real	1	55,1	56,9	60,0	59,6	69,5	67,0	65,1	64,7
	10	32,3	47,2	53,5	54,5	32,5	47,0	52,9	53,9
<i>Negativa (apreciada o sobrevaluada)</i>									
	1	38,6	55,9	66,2	67,5	39,4	62,4	71,6	72,5
	10	26,11	47,6	59,2	60,7	26,8	47,2	57,8	59,3
<i>Alta</i>									
Volatilidad de la variación de la tasa de cambio	1	28,2	44,6	44,7	43,4	36,1	45,0	52,7	53,3
	10	25,8	41,3	54,8	56,0	26,4	42,6	56,3	57,5
<i>Baja</i>									
	1	42,0	59,3	70,2	70,9	45,6	60,8	68,4	71,1
	10	31,88	50,2	63,1	64,1	32,5	51,0	63,8	64,9
<i>Aceleración de la inflación del IPC</i>									
Variación de la inflación del IPC	1	42,2	54,3	52,7	52,0	48,5	74,4	67,1	20,4
	10	28,2	39,5	45,7	45,9	29,0	40,4	46,4	46,6
<i>Desaceleración de la inflación del IPC</i>									
	1	42,5	51,5	54,5	53,7	59,8	11,0	60,4	64,1
	10	28,20	39,1	45,7	46,0	28,8	39,7	46,1	46,3
<i>Alta</i>									
Volatilidad de la inflación del IPC	1	34,9	46,4	56,1	57,1	18,8	22,6	28,0	44,4
	10	20,6	28,1	31,8	32,3	23,8	33,2	38,9	39,6
<i>Baja</i>									
	1	37,8	35,3	32,3	32,5	31,3	55,0	52,0	39,0
	10	11,77	20,4	15,6	15,6	14,8	23,6	20,0	20,1

Fuente: cálculos de los autores.

**Cuadro 1. Grado de transmisión estimado promedio (continuación)**

Variable de transición	Tamaño del choque %	Choque positivo a la variación de la tasa de cambio				Choque negativo a la variación de la tasa de cambio			
		Dos trimestres	Un año	Tres años	Cinco años	Dos trimestres	Un año	Tres años	Cinco años
<i>Alta</i>									
Apertura económica	1	32,4	41,4	42,6	42,6	29,6	36,4	39,5	39,5
	10	16,3	23,0	25,0	25,0	17,4	23,8	25,7	25,8
<i>Baja</i>									
	1	28,5	34,7	37,3	37,3	27,8	36,2	33,6	33,9
	10	11,42	16,1	17,9	17,9	13,0	17,8	19,7	19,7
<i>Aceleración de la depreciación/apreciación del peso</i>									
Variación del cambio de la tasa de cambio	1	41,9	54,0	61,6	62,3	50,3	53,9	72,2	61,3
	10	23,6	35,5	43,0	43,8	25,5	37,1	44,7	45,5
<i>Desaceleración de la depreciación/apreciación del peso</i>									
	1	40,6	52,2	60,9	61,8	43,4	50,6	60,9	61,3
	10	20,84	31,8	41,0	41,9	23,4	34,2	43,1	44,0
<i>"Alto"</i>									
Régimen inflacionario	1	32,3	48,4	63,4	65,6	46,3	51,1	63,7	53,6
	10	21,6	35,5	50,6	52,8	24,6	39,3	55,1	57,4
<i>"Bajo"</i>									
	1	33,8	48,0	64,1	66,1	38,1	53,1	63,6	59,8
	10	21,80	35,7	51,5	53,7	24,7	39,3	55,8	58,0
<i>Antes de 1999: IV</i>									
Tiempo	1	37,1	49,0	54,2	54,0	34,5	46,0	53,2	53,5
	10	18,3	28,9	36,0	36,5	19,1	29,5	36,6	37,2
<i>Desde 1999: IV</i>									
	1	36,3	47,0	48,6	48,6	31,8	40,2	41,7	41,7
	10	20,59	28,8	30,4	30,4	21,0	28,7	30,1	30,1

Fuente: cálculos de los autores.

de transmisión acumulado alcanza 60,1% y 63,8, cuando la brecha es positiva y negativa, respectivamente.

Segundo, si la tasa de cambio real está depreciada o subvaluada, el choque se transmite a la inflación de importados en un 55,1% en los dos primeros trimestres y un 56,9% al año, mientras que si está apreciada lo hace en 38,6 y 55,9%, respetivamente<sup>6</sup>. Al igual que en caso anterior, en el mediano plazo, el tamaño relativo de los efectos se reversa.

<sup>6</sup> Este resultado coincide con lo esperado, ya que cuando la tasa de cambio real está depreciada o subvaluada el grado de transmisión debería ser mayor, ceteris paribus, de tal manera que un choque estructural positivo a la tasa de cambio se transmita en mayor medida y a una mayor velocidad a los precios de los transables y, de

Tercero, si la volatilidad de la variación de la tasa de cambio es alta, el grado de transmisión es relativamente menor para todos los plazos, como se espera. Así, el grado de transmisión es 28,2% a los dos primeros trimestres cuando la volatilidad es alta y 42% cuando es baja. En el mediano plazo la transmisión alcanza 43,4% y 70,9%, respectivamente.

Cuarto, si la volatilidad de la inflación del IPC es alta el grado de transmisión del choque es mayor tanto en el corto como en el mediano plazo, como se afirmó antes: si la volatilidad es alta, un choque del 1% se transmite en un 34,9% y un 46,4% de su valor a los dos primeros trimestres y al año, respectivamente; mientras que si la volatilidad es baja los correspondientes valores son 37,8% y 35,3%. Al quinto año los grados de transmisión son 57,1% y 32,5 si la volatilidad es alta y baja, respectivamente.

Ahora, en cuanto al signo de los choques, se concluye que generalmente los negativos se transmiten en mayor grado (en valor absoluto) que los positivos, para todas las variables de transición, sin importar el tamaño del choque.

Por último, el tamaño relativo del choque influencia de manera significativa, y aparentemente contraintuitiva, el grado de transmisión de la tasa de cambio, ya que se encuentra que a mayor variación menor es el grado de transmisión. Esto es consistente con el marco conceptual utilizado, porque los exportadores hacia Colombia o importados locales castigan en mayor medida sus márgenes ante cambios significativos de la tasa de cambio. Como consecuencia, transmiten en menor grado las variaciones cambiarias a los precios de los productos que venden con el fin de mantener o aumentar la participación en sus respectivos mercados.

En conclusión, los resultados corroboran en general las estimaciones reportadas por González et al. (Ibíd.) y por la literatura internacional reciente sobre el tema.

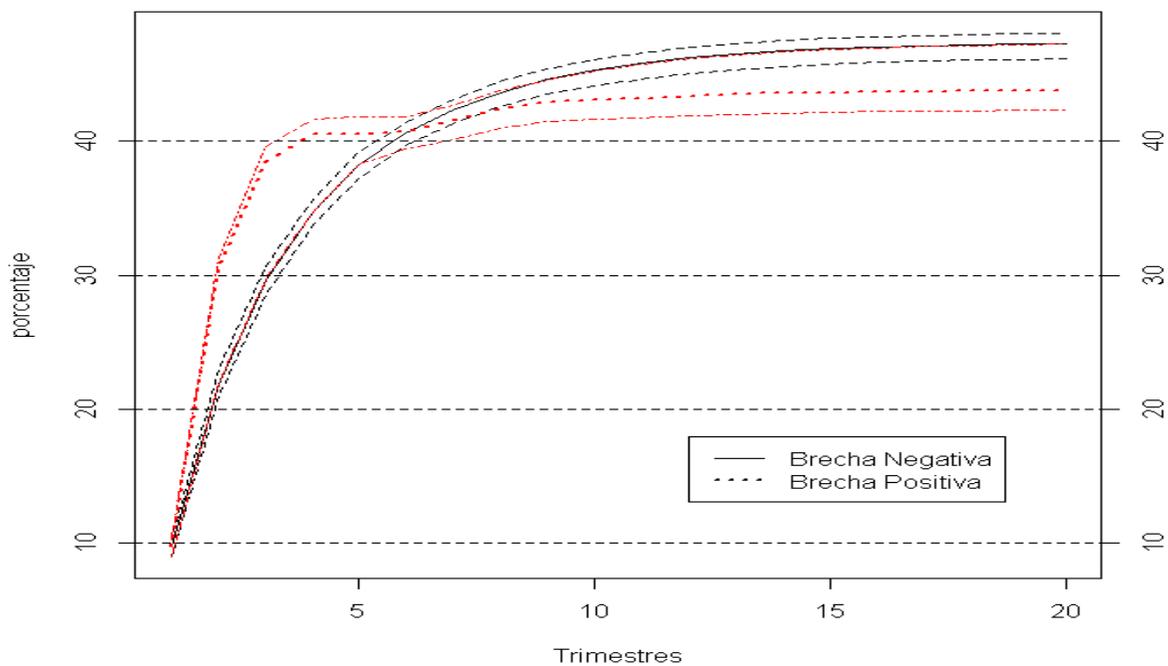
---

ahí, a la inflación total. Esto permite que la tasa de cambio nominal sirva de mecanismo equilibrador y, por tanto, de corrección a la baja de la tasa de cambio real.

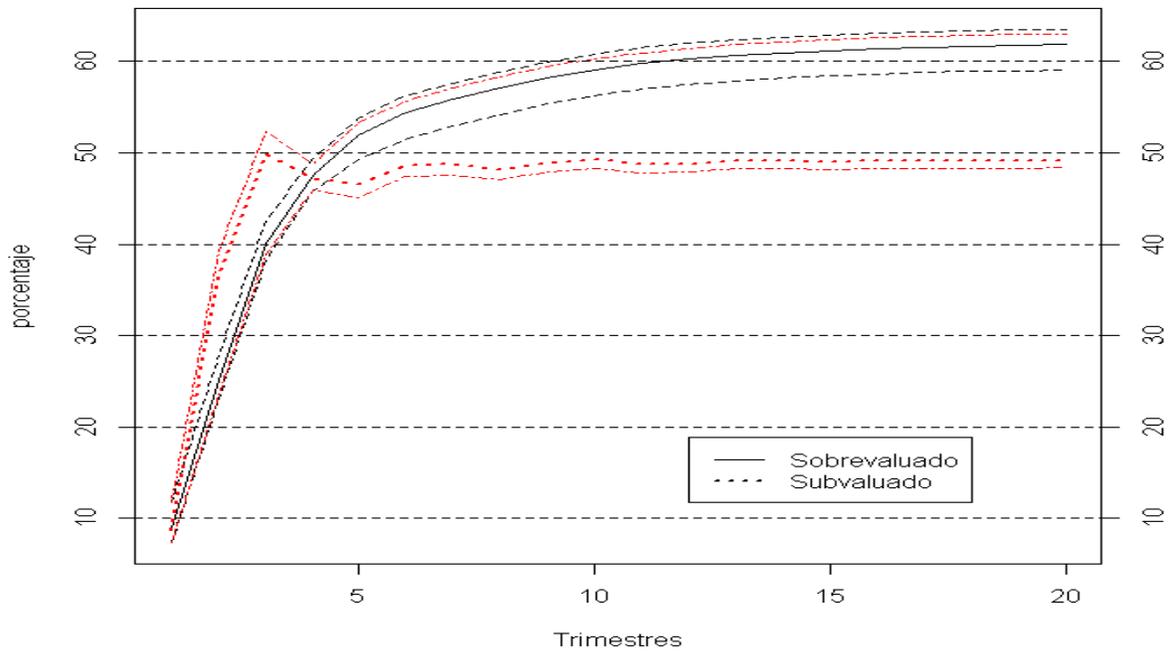
#### 4. Funciones impulso-respuesta

Los gráficos 1 a 9 muestran las sendas de las respuestas trimestrales acumuladas estimadas de la inflación de los bienes importados ante un choque del 1% sobre la variación trimestral de la tasa de cambio del peso y para las variables de transición definidas. Las sendas son consistentes con los resultados reportados en el cuadro 1.

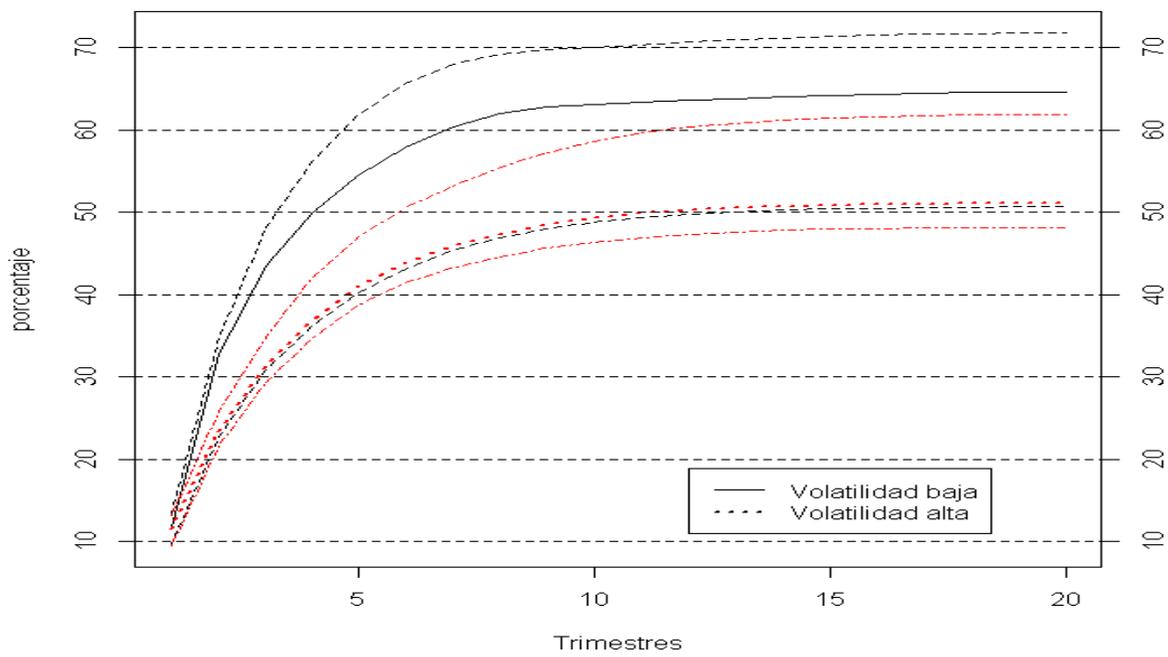
**Gráfico 1. Variable de transición: brecha del producto**



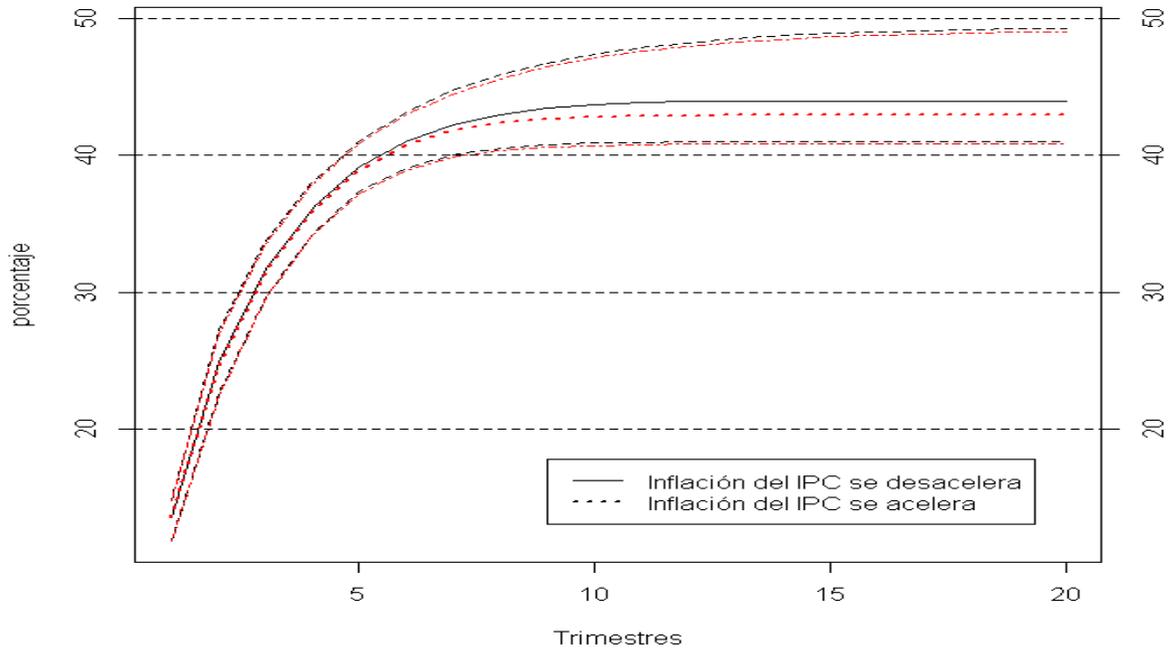
**Gráfico 2. Variable de transición: brecha de la tasa de cambio real**



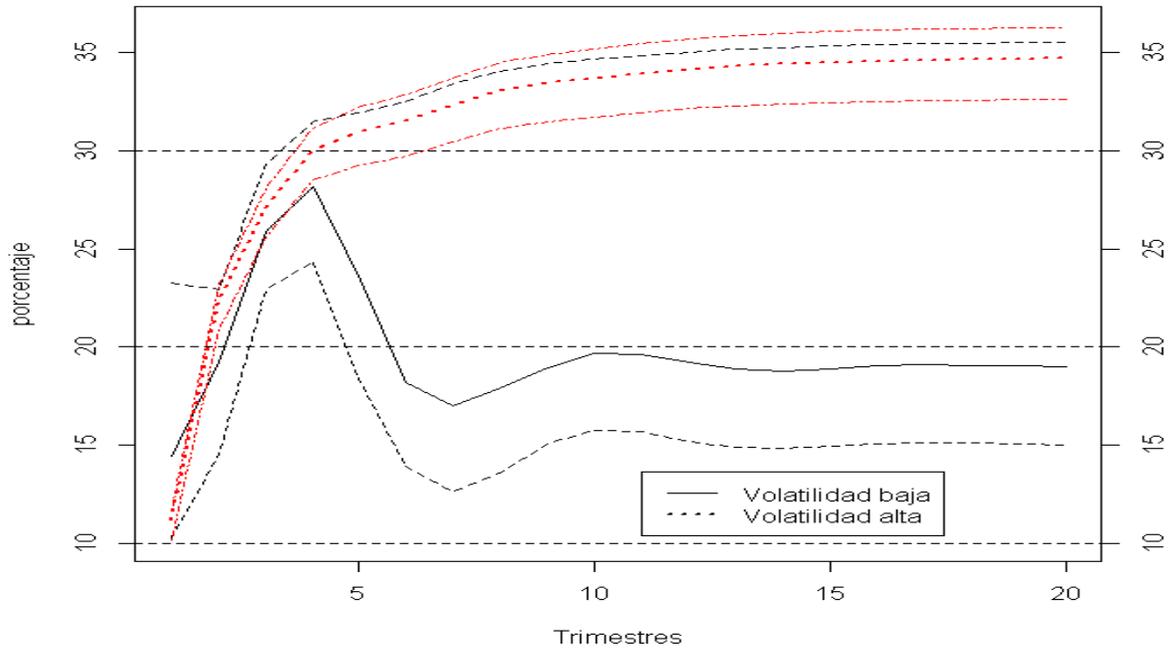
**Gráfico 3. Variable de transición: volatilidad de la tasa de cambio**



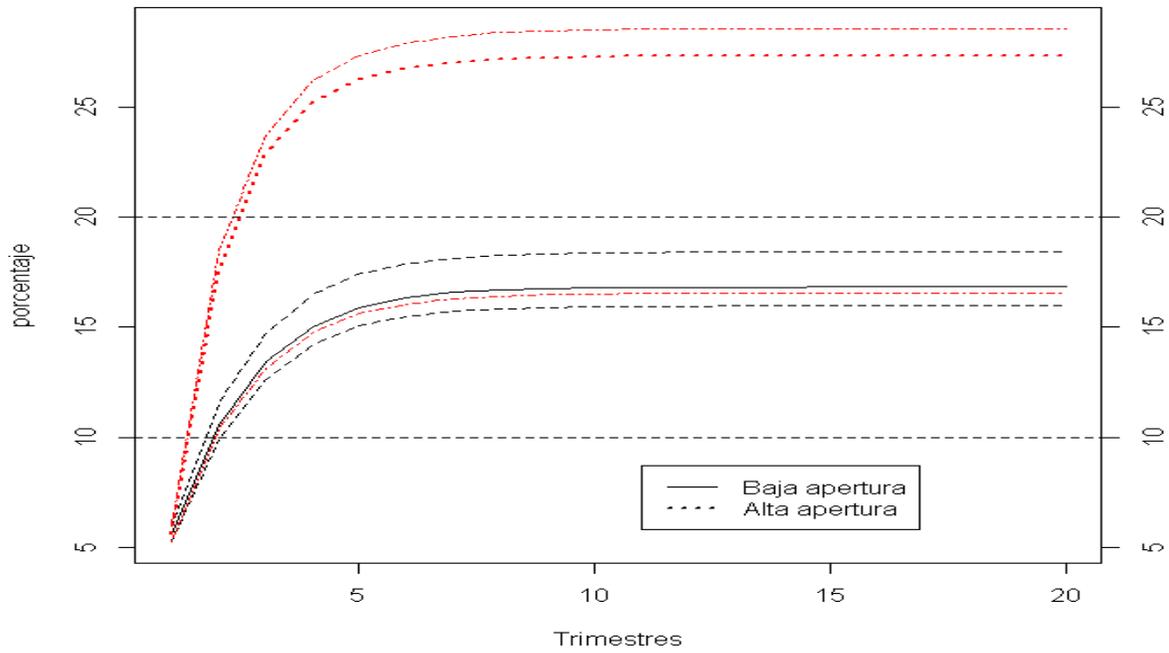
**Gráfico 4. Variable de transición: variación de la inflación del IPC**



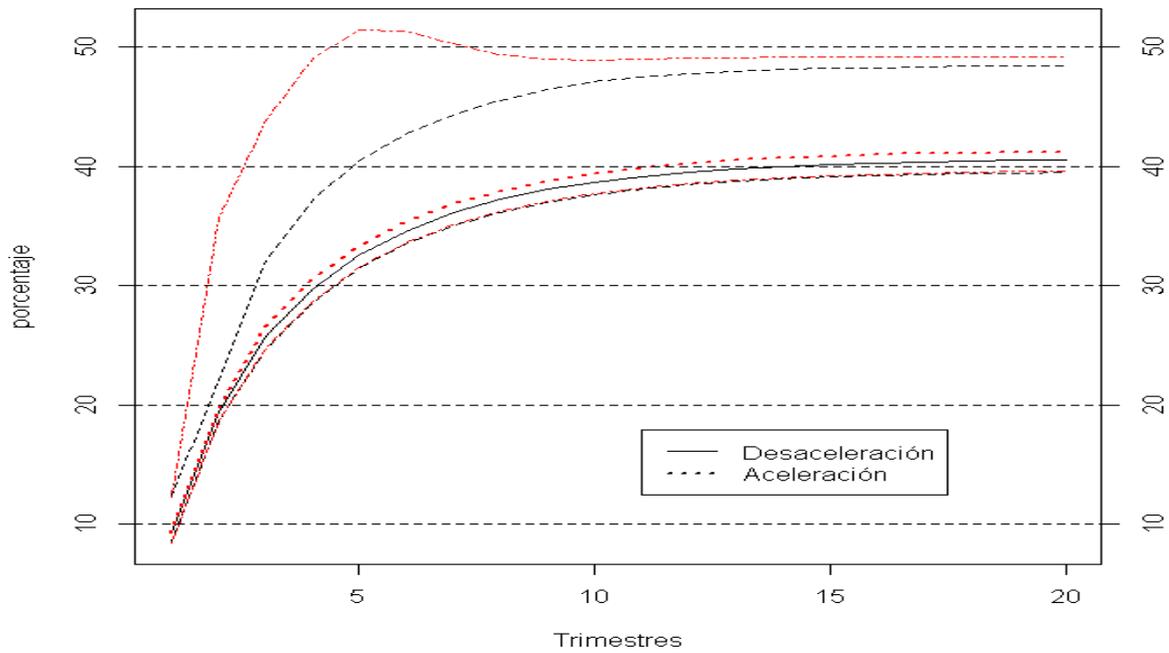
**Gráfico 5. Variable de transición: volatilidad de la inflación del IPC**



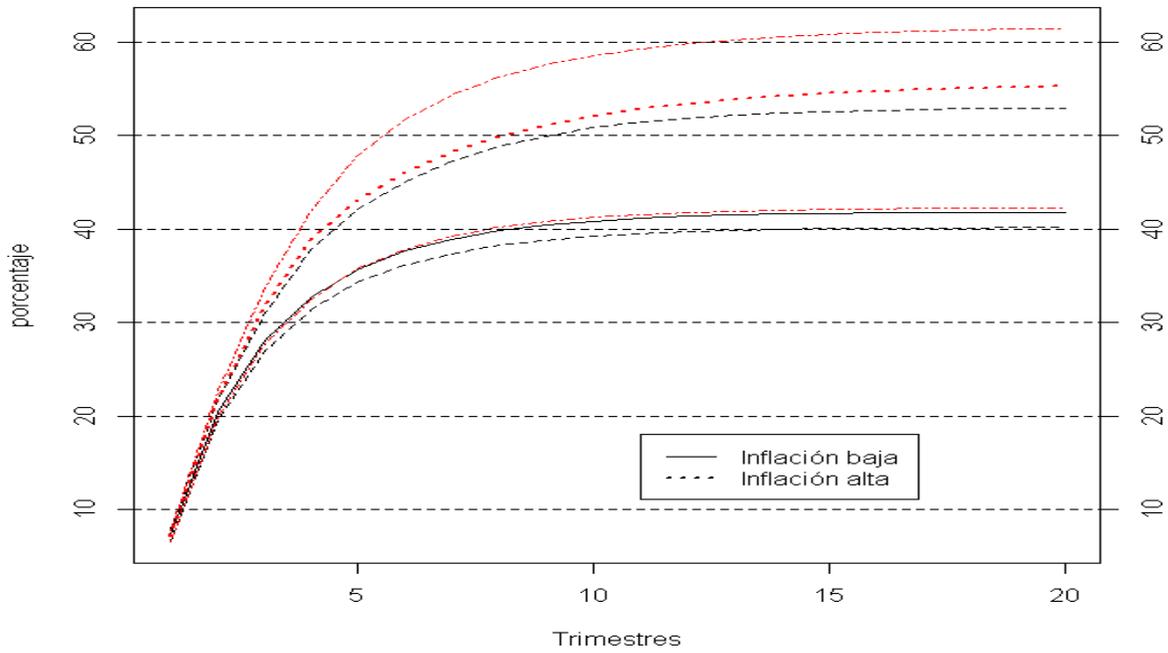
**Gráfico 6. Variable de transición: apertura económica**



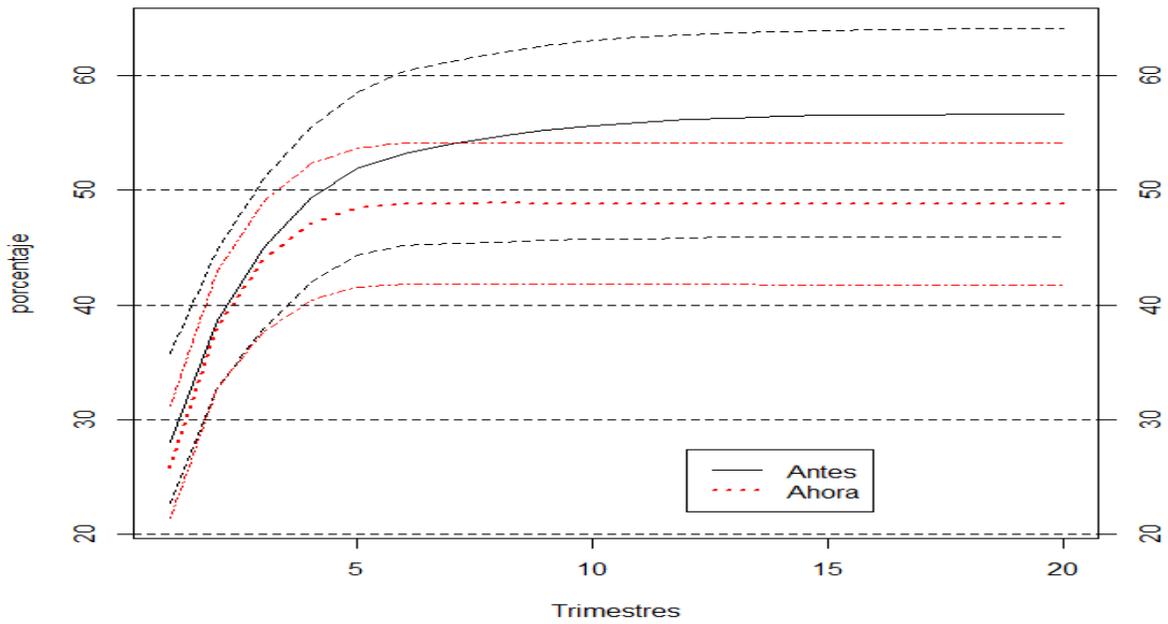
**Gráfico 7. Variable de transición: variación del cambio de la tasa de cambio**



**Gráfico 8. Variable de transición: régimen inflacionario**



**Gráfico 9. Variable de transición: tiempo**



## 5. Conclusión general

El grado de transmisión de los choques a la tasa de cambio sobre la inflación local es un asunto de primera preocupación de las autoridades monetarias, más cuando los cambios son positivos y de tamaño significativo. A partir de los resultados del documento se puede concluir que dicha transmisión es menos que proporcional, tanto en el corto como en el mediano plazo, es asimétrica y su grado depende del estado de la economía. Los modelos, análisis y decisiones de la política monetaria deberían incorporar esta conclusión.

## Referencias

González, A., Rincón, H., Rodríguez, N., 2010. La transmisión de los choques a la tasa de cambio sobre la inflación de los bienes importados en presencia de asimetrías, en M. Jalil y L. Mahadeva (Eds.), *Mecanismos de transmisión de la política monetaria en Colombia*, U. Externado de Colombia y Banco de la República, págs. 507-553.

Lundbergh, S., Teräsvirta, T., van Dijk, D., 2003. Time-Varying Smooth Transition Autoregressive Models, *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 21, No. 1, págs. 104-121.

Taylor, John, 2000. Low inflation, pass-through, and the pricing power of firms, *European Economic Review*, Vol. 44, No. 7, págs. 1389-1408.

van Dijk, D., Teräsvirta, T., Franses, P., 2002. Smooth Transition Autoregressive Models-A Survey of Recent Developments, *Econometric Reviews*, Vol. 21, No. 1, págs. 1-47.

## Anexo 1: series y fuentes

PM: Índice de precios al por mayor de los bienes importados (IPP-M). Fuente: Banco de la República.

PC: Índice de precios internos de producidos y consumidos. Fuente: Banco de la República.

IPC: Índice de Precios al Consumidor. Fuente: DANE.

ITCR: Índice de tasa de cambio real (ITCR-IPP-No Tradicional). Fuente: Banco de la República.

E: Índice de tasa de cambio nominal efectiva promedio del peso (ITCN\*No Tradicional), en moneda local/moneda extranjera, ponderada por comercio (los 20 países utilizados para el cálculo de la ITCR-IPP-No Tradicional). Fuente: Banco de la República.

Brecha PIB: Brecha del producto observado frente a su valor potencial. Fuente: Banco de la República.

Open: Grado de apertura de la economía:  $(X+M)/\text{PIB}$ . Las exportaciones e importaciones se toman de los registros aduaneros mensuales del DANE y el PIB del DANE. Para obtener el PIB en dólares se toma la tasa de cambio promedio del peso.

$\Delta_{pm}$ : Variación logarítmica trimestral de PM:  $\text{Ln } PM_t - \text{Ln } PM_{t-1}$ .

$\Delta_{pc}$ : Variación logarítmica trimestral de PC:  $\text{Ln } PC_t - \text{Ln } PC_{t-1}$ .

$\Delta_e$ : Variación logarítmica trimestral de E:  $\text{Ln } E_t - \text{Ln } E_{t-1}$ .

$\Delta(\Delta_e)$ : Variación porcentual trimestral de  $\Delta_e$ :  $\Delta_e/\Delta_{e,t-1} - 1$ .

$v(\Delta_e)$ : desviación estándar de  $\Delta_e$  con una ventana móvil de 4 trimestres.

$\pi$ : Variación logarítmica trimestral del IPC:  $\text{Ln } IPC_t - \text{Ln } IPC_{t-1}$ .

$\Delta\pi$ : Variación porcentual trimestral de la inflación del IPC:  $\pi_t/\pi_{t-1} - 1$ .

$v(\pi)$ : desviación estándar de la inflación con una ventana móvil de 4 trimestres.

Brecha ITCR: brecha de la tasa de cambio real. Se calcula como la diferencia entre la serie observada de la ITCR en logaritmos y la serie obtenida al aplicar el filtro de Hodrick-Prescott.

$\bar{\pi}$ : inflación sin tendencia. Se obtiene como el residual de una regresión lineal de la inflación contra una tendencia lineal (se utiliza una constante en la regresión).

CME: Costo marginal externo. Se calcula como la suma ponderada por comercio de los precios al por mayor de los principales socios comerciales de Colombia. Las series de los índices de precios al productor de los 19 países utilizados en el cálculo de la ITCR-Comercio no tradicional se obtienen de la base de datos IFS del Fondo Monetario Internacional y de las páginas Web de los bancos centrales, cuando no aparecían reportadas en el IFS. Panamá es excluido de la lista porque no cuenta con datos suficientes. Para el caso de Chile se utiliza la serie de índice de precios al por mayor disponible en las estadísticas de la CEPAL. Las ponderaciones del comercio corresponden a las utilizadas en el cálculo del ITCR.

## Anexo 2: metodología econométrica

En este anexo se resumen los detalles más importantes de la metodología de estimación utilizada con dos regímenes y se resaltan las modificaciones con respecto implementada en González, Rincón y Rodríguez (2010).

La función generalizada de impulso respuesta se define como el efecto de un choque de magnitud  $\delta$  sobre los valores predichos del modelo. Formalmente, si  $Y_t = A(L)Y_{t-1} + B(L)Y_{t-1}F(V_{t-d}; \gamma, c) + \varepsilon_t$ , se obtiene, que ante un choque unitario en el elemento  $k$ -ésimo del vector de perturbaciones,  $\varepsilon_t$ ,

$$\text{Impulso respuesta}(j) = E[Y_{t+j} | \varepsilon_{k,t} = \delta, W_{t-1}] - E[Y_{t+j} | W_{t-1}], \quad (\text{A.1})$$

donde  $W_{t-1}$  denota las condiciones iniciales del choque. Luego, el grado de transmisión en un horizonte  $\tau$  se calcula mediante los siguientes pasos (suponer que se quiere estimar primero el grado de transmisión cambiario en el régimen bajo, es decir,  $V_{t-d} < \text{Umbral}$ ):

1. Elegir aleatoriamente y con restitución un punto en la muestra en donde se cumpla que  $V_{t-d} < \text{Umbral}$ .
2. Pronosticar, para cada uno de dichos puntos y mediante simulación de re-muestreo, el modelo para  $H$  períodos adelante, considerando la historia respectiva para los elementos del vector  $V_{t-d}$  y los valores observados adelantados. La historia se construye mediante la técnica de “bootstrapping”, que permite calcular aleatoriamente (mediante un muestreo con restitución)  $H$  valores históricos para cada uno de los residuos estimados del sistema. Con ello se consigue  $E[Y_{t+j} / W_{t-1}]$  para  $j = 0, 1, \dots, H$ .
3. Simular el modelo para  $H$  períodos adelante considerando la misma historia para los elementos del vector  $V_{t-d}$  del paso 2, pero luego de dar un choque al tercer elemento de  $V_t$  (el correspondiente al cambio de la tasa de cambio). Se reemplaza el residuo por  $\delta$  en  $j=0$  y se obtiene  $E[Y_{t+j} | \varepsilon_t = \delta I, W_{t-1}]$  para  $j = 0, 1, \dots, H$ .
4. Calcular la función impulso-respuesta  $j$ -ésima según la ecuación (A.1).
5. Repetir los pasos 2 a 4  $n$  veces. Se consideró  $n = 500$ .
6. Repetir los pasos 1 a 5  $m$  veces.

Siguiendo los pasos anteriores se obtiene un total de  $n \times m$  trayectorias para el grado de transmisión estimado, por ejemplo, aquel que considera que la condición inicial es que la brecha del producto es negativa. En los gráficos 1 a 8 se presentan las trayectorias y sus percentiles 10 y 90. Para estudiar el caso  $V_{t-d} > \text{Umbral}$ , el procedimiento debe repetirse tomando este nuevo criterio como condición inicial (paso 1). Cabe destacar que en las simulaciones presentadas se utilizaron choques ortogonalizados mediante la descomposición de Cholesky y de magnitudes  $\delta=1$  y  $\delta=10$ .