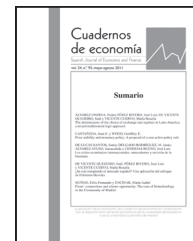




Asociación
Cuadernos
de economía

Cuadernos de economía

www.cude.es



ARTÍCULO

Efectos y canales de transmisión del tipo de cambio sobre la producción sectorial en Colombia

Jorge David Quintero Otero^a, Johan Ruíz Celis^b

Instituto de Estudios Económicos del Caribe. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia

^aDocente de tiempo completo. Doctor en Economía de la Universidad de Los Andes.

^bMagister en Economía de la Universidad del Norte.

JEL CODES

C23;

E23;

F41

KEYWORDS:

Exchange rate;
Sectoral production;
Fully modified ols

Abstract: This paper estimates the effect of exchange rate on production in Colombia's economic sectors for the period 2000-2015. In order to achieve this goal, a panel data regression model is estimated using the Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS) approach. This technique modifies least squares to account for endogeneity and serial correlation effects that result from cointegration between variables. This research also tries to identify the demand and supply channels that are relevant in the transmission of the effects of exchange rate on sectoral production. The results show that the exchange rate has a significant and positive effect on production in Colombia with an elasticity around 0,7, and the construction and mining sectors being the most responsive to changes in the exchange rate. It was also found that the level of international trade (aggregate demand channel) is the main explanation for the sectoral differences in the impact of the exchange rate on production.

CÓDIGOS JEL

I14;

I38;

J14

PALABRAS CLAVE:

Tipo de cambio;
Producción sectorial;
Mco completamente
modificado

Resumen: Este artículo busca determinar el impacto que tiene el tipo de cambio en el crecimiento de la producción de los sectores de la economía colombiana entre los años 2000 y 2015. Para ello se estimó una regresión con datos de panel utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados, el cual permite corregir los problemas de endogeneidad y correlación serial propios de la cointegración entre las variables. Adicionalmente, con esta investigación se pretende identificar los canales, tanto de oferta como de demanda, que son relevantes en la transmisión de los efectos del tipo de cambio a la producción. Los resultados obtenidos muestran que el tipo de cambio tiene un efecto significativo y positivo sobre la producción sectorial en Colombia, con una elasticidad alrededor de 0,7, siendo los sectores de la construcción y la minería los que más responden a variaciones en el tipo de cambio. También se encontró que el grado de comercio exterior (canal de demanda agregada) es la principal explicación de las diferencias sectoriales en cuanto al impacto del tipo de cambio sobre la producción.

Correo electrónico: quinterojd@uinorte.edu.co; johanruizcelis@gmail.com

<https://doi.org/10.32826/cude.v42i118.68>

0210-0266/© 2018 Asociación Cuadernos de Economía. Todos los derechos reservados

1. Introducción

El crecimiento económico y sus determinantes es uno de los temas más abordados por la macroeconomía mediante trabajos empíricos, pero también a través de planteamientos de modelos que ofrecen nuevas propuestas teóricas. Entre los distintos determinantes del crecimiento económico, uno que ha adquirido mucha relevancia es el tipo de cambio real, y diversos estudios han tratado de representar la relación entre estas dos variables. Algunas de las propuestas más destacadas son las de Mundell (1960) y Fleming (1961) y Edwards y Ahamed (1986). Estos trabajos ofrecen explicaciones contrarias de cómo las fluctuaciones en el tipo de cambio pueden afectar el crecimiento económico de una nación: las propuestas de Mundell y Fleming concluyen que las depreciaciones son favorables para el crecimiento, mientras que Edwards y Ahamed en su modelo plantean todo lo contrario.

La razón por la que puede haber resultados distintos es porque con la depreciación de una moneda se generan ganadores y perdedores. Entre los favorecidos por la pérdida de valor de la moneda local se encuentran los que reciben sus flujos de efectivo en moneda extranjera porque al convertirlos en moneda local reciben más. Entre ellos tenemos, por ejemplo, a los exportadores, los receptores de giros desde el exterior y los inversores con activos nominados en moneda extranjera. En contraposición a estos grupos se encuentran las personas y compañías desfavorecidas por la depreciación de la moneda, que sufren para mantenerse en la industria en la que compiten. Por ejemplo, los importadores de bienes y servicios ven cómo se encarecen los productos que compran en la medida en que se deprecia la moneda; y las empresas que se endeudan en moneda extranjera se encuentran con que el saldo a capital de los créditos en moneda local se hace más alto y el pago de intereses es más oneroso.

Así pues, tanto teórica como empíricamente se observa que, las fluctuaciones en el tipo de cambio generan expectativa alrededor de las transacciones transnacionales, pero también sobre la inversión, los mercados financieros y la economía real de cada nación. Lo anterior permite afirmar que existen efectos macroeconómicos referentes al impacto del tipo de cambio en un país, afectando negativa o positivamente a empresas dependiendo de su configuración, actividad y sector.

Motivado en los efectos que en teoría tiene el tipo de cambio sobre la actividad productiva, se pretende en este estudio determinar el impacto que tiene el tipo de cambio en el crecimiento económico de los diferentes sectores productivos en Colombia, con la finalidad de establecer el verdadero sentido de dichos impactos y ayudar a los agentes económicos en la anticipación de los efectos que los cambios en esta variable tienen sobre los sectores económicos. Adicionalmente, con esta investigación se pretende identificar los canales que son relevantes en la transmisión de los efectos del tipo de cambio a la producción. En la estimación se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificado (FMOLS, por sus siglas en inglés para Fully Modified Ordinary Least Squares), el cual tiene la ventaja de ayudar a corregir los problemas de endogeneidad y correlación serial que

se originan por las relaciones de cointegración entre las variables.

El resto del documento está dividido de la siguiente manera: en la segunda sección se hace una revisión de la literatura empírica previa a nivel internacional y nacional. En la tercera parte se presenta un modelo teórico en el que se sustenta el ejercicio empírico. En la cuarta sección se presenta la metodología empleada y los resultados de la estimación del efecto del tipo de cambio sobre la producción en Colombia. En la quinta sección se estiman modelos alternativos con el propósito de obtener una medida del efecto del tipo de cambio sobre la producción de cada sector, de manera individual. En la sexta sección se busca identificar los canales relevantes en la transmisión del efecto del tipo de cambio a la producción. Finalmente, en la séptima sección se presentan las conclusiones.

2. Literatura empírica previa

El tipo de cambio real es una variable que es objeto de seguimiento por parte de las autoridades económicas, y de estudio y análisis en el sector académico debido a los efectos que tiene sobre otras variables macroeconómicas, y en consecuencia sobre la economía en su conjunto.

Así pues, diversos estudios empíricos se han realizado para analizar el efecto que el tipo de cambio tiene sobre el sector real en diferentes países del mundo. Por ejemplo, en países desarrollados se destaca el trabajo de Mahagaonkar, Schweickert y Chavali (2009), quienes analizan el efecto que tiene la volatilidad del tipo de cambio real en la inversión en I+D del sector industrial y de servicios mediante un panel de datos para 14 países pertenecientes a la OECD durante el periodo de 1987-2003. Mediante la estimación por datos de panel de efectos aleatorios para el sector industrial y efectos fijos para el sector de servicios, los autores encuentran que la volatilidad tiene un efecto negativo en la actividad innovadora en el primer sector, mientras que en el segundo también se observa el efecto negativo, pero es insignificante.

Otros autores se han interesado por el papel del tipo de cambio en el crecimiento económico en los países asiáticos. En general, se ha encontrado que el auge de las economías de Asia Oriental se ha visto impulsado por la acumulación de capital y por la estimulación de los sectores de la economía de cada una de las economías, en lo cual el tipo de cambio ha jugado un papel determinante (véase Polterovich y Popov (2002), Gala (2008) y Rodrik (2008)).

Para el caso particular de países africanos se encuentran diversos estudios. Por ejemplo, Omolara (2010) analiza el efecto que tienen las variaciones en el tipo de cambio sobre los sectores de la economía nigeriana mediante los modelos SUR, encontrando que el rezago en un año del tipo de cambio tiene un efecto negativo y significativo sobre el sector agrícola. En consecuencia, una depreciación de la moneda dada en el año anterior, tiene un efecto adverso sobre el PIB de ese sector, mientras que para el sector industrial el efecto es positivo pero no es significativo. Para el sector terciario el efecto es negativo, aunque tampoco es estadísticamente significativo. También se destaca el estudio de Yaqub (2013), quien analiza el efecto que tiene el

tipo de cambio en el sector agrícola de Nigeria entre 1970 y 2008, teniendo en cuenta cada subsector del mismo. El autor encuentra que en los cultivos, el tipo de cambio tiene un efecto negativo sobre el PIB del mismo sector, mientras que para la silvicultura y ganadería el tipo de cambio real tiene un efecto positivo sobre la producción en estos subsectores. Finalmente, para la pesca se encontró que el tipo de cambio real no tiene un efecto significativo.

En términos de países latinoamericanos, Vaz y Baer (2014) realizan un análisis sobre el tipo de cambio real y el crecimiento de los subsectores de la industria en América Latina, encontrando que en el subsector dedicado a la producción de medios de transportes, las variaciones en el tipo de cambio tienen un efecto mayor que en los otros subsectores. Adicionalmente, los autores sugieren que la forma en que se realizó el estudio (subsectores) tiene connotaciones importantes debido a que permite conocer la sensibilidad de los países de la región ante los cambios en el tipo de cambio de manera desagregada. Por otro lado, Ferrer (1963) analiza los efectos generados por las continuas devaluaciones en Argentina. Específicamente, observa que las devaluaciones generaron una fuerte contracción económica en la nación, debido al aumento en los costos de importación de maquinaria para la industria, aunque el sector exportador (agrícola) se ha favorecido. Por su parte, Garcés (2006) encuentra que la devaluación de la moneda mexicana respecto al dólar tiene un efecto positivo sobre la balanza comercial del país, aunque para los otros sectores de la economía (principalmente productos no transables) el efecto es negativo. También se destaca el trabajo de Loza (2000), quien en un estudio para el caso boliviano observa que las exportaciones de manufacturas y productos agrícolas son altamente elásticas al tipo de cambio (coeficientes de 1.61 y 1.58 respectivamente), mientras que las exportaciones del sector minero son inelásticas (0.52). Las relaciones de largo plazo muestran coeficientes más altos para las exportaciones agrícolas (2.48) y para las manufacturas (2.18).

En el caso particular de Colombia, Sierra y Manrique (2014) estudian el efecto que tiene el tipo de cambio real en los sectores manufactureros en Colombia durante el período 2000-2010, a través del método de momentos generalizados dinámico. En una primera etapa se estima el efecto que tiene la apreciación en el tipo de cambio sobre el valor agregado en el sector manufacturero en general en función de la tasa de interés real, tipo de cambio real efectivo, salario real y proporción de insumos. Posteriormente, para medir el efecto marginal del tipo de cambio en los diferentes sectores industriales realizan otra estimación que incluye otras variables como el PIB per cápita departamental y una variable ficticia que indica el sector industrial. Los resultados de las estimaciones arrojan que una apreciación del tipo de cambio de 1% disminuye en 0,29% el valor agregado del sector manufacturero colombiano, debido a la reducción de la competitividad del producto local y la sustitución de bienes locales por extranjeros. Ahora bien, para datos desagregados, se encuentra que en 18 industrias (que representan el 53% del valor agregado del sector manufacturero) el tipo de cambio real disminuye el valor agregado, mientras que en los tres restantes lo aumenta (representan el 4% del valor agregado), y en 38 sectores no tiene efecto alguno.

Otro trabajo que se destaca para Colombia es el de Rhennals & Saldarriaga (2008) quienes encuentran que en las etapas de auge económico en el país durante el último siglo se observa una revaluación de la moneda nacional. Adicional a ello, durante estos periodos se observa una apertura mayor y un aumento en la inversión, lo cual muestra un favorecimiento para el sector exportador de la economía y desvirtúa lo propuesto en algunos modelos teóricos donde la devaluación favorece las exportaciones (i.e., modelo Mundell-Fleming).

3. Referente teórico

El efecto que tiene el tipo de cambio sobre los sectores económicos y sobre la economía en general es explicado usualmente a través de modelo de oferta y demanda agregada. Basado en un esquema simple propuesto por Kandil y Mirzaie (2005), a continuación se modela el efecto de las variaciones en el tipo de cambio sobre la actividad real a través de su incidencia en la demanda y la oferta agregada.

Por el lado de la demanda, el efecto del tipo de cambio sobre la producción es explicado principalmente mediante el modelo de Mundell-Fleming, el cual es una extensión del modelo IS-LM propuesto por Hicks (1937). El modelo IS-LM en economía abierta, como es llamado en ocasiones, predice que el tipo de cambio real tendrá un efecto sobre el crecimiento económico mediante el componente de exportaciones netas. En particular, una depreciación de la moneda nacional respecto a la moneda internacional genera un aumento en las exportaciones netas debido a que los productos locales se hacen más baratos en relación a los productos extranjeros, lo que da cabida al crecimiento en la economía nacional.

La demanda agregada, la cual determina el nivel de producción, viene dada por:

$$y_t = c_t + i_t + g_t + x_t - im_t \quad (1)$$

donde y_t representa el PIB; c_t el consumo; i_t la inversión; g_t las compras del Estado; y $x_t - im_t$ las exportaciones netas.

El consumo c_t puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$c_t = c_0 + c_1 y_{dt}, \quad 0 < c_1 < 1 \quad (2)$$

donde c_0 representa el consumo autónomo, c_1 es la propensión marginal a consumir, $y_{dt} = y_t - t_t$, representa el ingreso disponible, siendo t_t una función lineal del ingreso real, la cual puede describirse como:

$$t_t = t_0 + t_1 y_t, \quad t_1 > 0 \quad (3)$$

donde t_0 son los impuestos que no dependen del ingreso real y t_1 es la tasa de impuesto de renta.

La inversión i_t es explicada por la siguiente ecuación:

$$i_t = i_0 + i_1 r_t, \quad i_1 < 0 \quad (4)$$

donde i_0 representa la inversión autónoma, r_t es la tasa de interés e i_1 es la elasticidad de la inversión ante movimientos en la tasa de interés.

Las compras del Estado g_t se asumen completamente autónomas:

$$g_t = g_0$$

Las exportaciones e importaciones vienen expresadas por las siguientes ecuaciones

$$x_t = x_0 + x_1 RE_t, \quad x_1 > 0 \quad (6)$$

$$im_t = m_0 + m_1 y_t + m_2 RE_t, \quad m_1 > 0, \quad m_2 < 0 \quad (7)$$

donde RE_t es el tipo de cambio real, el cual puede expresarse como:

$$RE_t = \frac{S_t P_t}{P_t^*} \quad (8)$$

donde S_t representa el tipo de cambio nominal, P_t los precios locales y P_t^* los precios en el extranjero. x_0 y m_0 son las exportaciones e importaciones autónomas, respectivamente y m_1 es la elasticidad de las importaciones ante cambios en el ingreso real nacional.

x_1 y m_2 son variables de una alta relevancia en este modelo porque representan la elasticidad de las exportaciones y las importaciones, respectivamente, ante las variaciones en el tipo de cambio. El signo esperado de x_1 es positivo, dado que una depreciación real del tipo de cambio hace más competitivos los productos locales y debe incrementar las exportaciones. Lo contrario ocurre con las importaciones, y por lo tanto se espera que el signo de m_2 sea negativo.

Sustituyendo todas las ecuaciones de cada uno de los componentes de la producción en la ecuación (1), la producción quedará en función del tipo de cambio, nivel de precios domésticos, nivel de precios extranjeros y la tasa de interés doméstica; lo cual corresponde al componente de la curva IS en el modelo de Mundell-Fleming. En particular, el tipo de cambio ejercerá una influencia positiva sobre la producción, dado que afecta positivamente las exportaciones netas, al generarse un incremento de las exportaciones y una disminución de las importaciones ante un aumento en el tipo de cambio real.

Por otro lado, la curva LM puede describirse como:

$$m_t - p_t = \lambda [r_t + (E_t p_{t+1} - p_t)] + \phi y_t, \quad \lambda < 0, \phi > 0 \quad (9)$$

La ecuación anterior muestra el equilibrio en el mercado de dinero, mediante la igualación de la demanda y oferta real de dinero. El lado izquierdo de la ecuación representa la oferta real de dinero, la cual es determinada mediante la cantidad nominal de dinero en la economía m_t , deflactado por el nivel de precios p_t . Por su parte, el lado derecho representa la demanda real de dinero en función de la tasa de interés real r_t , la expectativa inflacionaria $E_t p_{t+1} - p_t$ y el ingreso real y_t .

Por otro lado, la oferta agregada está determinada por una función de producción, integrada por tres factores, los cuales son: capital, K ; trabajo, L ; y productos intermedios importados, U ; el primero se considera fijo, mientras que, los restantes conforman una estructura funcional tipo Cobb-Douglas. Adicionalmente, la producción depende del precio de la energía, z . Así pues, la oferta agregada puede escribirse como:

$$Q_t = L_t^\delta U_t^{1-\delta} e^{-z_t}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor agregado nacional Y_t estaría representado por la siguiente ecuación:

$$Y_t = Q_t - RE_t U_t$$

La anterior ecuación implica que una depreciación real de la moneda aumenta el precio real de los bienes intermedios importados y disminuye la demanda de estos bienes, disminuyendo a su vez la producción.

De esta forma, según este simple modelo basado en Kandil & Mirzaie (2005), el efecto neto de una variación en el tipo de cambio sobre la producción será el resultado de la transmisión que se realice a través de los canales de demanda y oferta, así: i) en el mercado de bienes, una depreciación conlleva a un aumento de la demanda para productos domésticos y por consiguiente el mismo efecto se observará sobre la producción nacional; ii) en el mercado de dinero, una depreciación de la moneda local genera que los agentes tomen la decisión de mantener más moneda nacional, lo cual aumenta la tasa de interés. Este canal modera el incremento de la demanda agregada y, por lo tanto, el incremento de la producción frente a un shock cambiario positivo y iii) una depreciación de la moneda local generará un aumento en los costos de los productos intermedios importados y una disminución en la producción doméstica.

4. Efectos del tipo de cambio sobre la producción agregada en Colombia.

Teniendo como sustento el modelo teórico anterior, en esta sección se busca establecer el impacto que tiene el tipo de cambio sobre la actividad productiva en Colombia. El modelo empírico base busca estimar la incidencia del tipo de cambio sobre la producción, controlando por variables determinantes del nivel de producción de un país según el modelo teórico de la sección anterior. Una de las variables de control incluidas es el precio del petróleo, como variable proxy del precio de la energía, que afecta a la producción por el lado de la oferta. Por su parte, por el lado de la demanda, se incluyen en el modelo un agregado monetario, como indicador de la política monetaria y el gasto público como medida de choques asociados con la política fiscal.

Los datos empleados se encuentran en estructura de panel, comprendiendo datos trimestrales de los nueve grandes sectores de la economía colombiana desde el primer trimestre de 2000 hasta el cuarto trimestre de 2015. La variable dependiente es el Producto Interno Bruto (PIB) en términos reales, cuya información fue obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. En cuanto a las variables explicativas, para el tipo de cambio real se

utilizó el índice del tipo de cambio real multilateral que calcula el Banco de la República para el conjunto de sus 20 principales socios comerciales. De esta misma fuente se extrajeron las series de datos del gasto gubernamental y el agregado monetario M1, las cuales se deflactaron utilizando el Índice de Precios al Consumidor para Colombia. Para el precio del petróleo se tomó el promedio trimestral de esta variable deflactada por el Índice de Precios al Consumidor para Estados Unidos; ambos datos disponibles en la base de datos FRED de la Reserva Federal de St. Louis.

Con los datos desestacionalizados de todas estas variables se calcularon índices tomando como base el primer trimestre de 2000 (es decir: el dato para 2000:1 = 100) y los datos para los datos períodos se generaron considerando la variación porcentual de un período a otro.

Con estos datos se busca estimar el siguiente modelo:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln RE_t + \beta_2 \ln m_t + \beta_3 \ln g_t + \beta_4 \ln z_t + u_{it},$$

$$\text{donde } i = \text{sector } 1, \dots, \text{sector } 9 \quad (12)$$

Como este modelo se trata de un panel de series de tiempo, es necesario identificar si las series son estacionarias o si están cointegradas, dado que si hay relación de cointegración entre las variables existirá endogeneidad en las variables y la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés para Ordinary Least Square) producirá estimadores sesgados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizaron inicialmente las pruebas pertinentes para corroborar la existencia de raíz unitaria en las variables. De los distintas pruebas de raíz unitaria existentes para datos en panel, los que tienen mejores propiedades según Baltagi (2013) son el test de Levin, Lin y Chu y el de Im, Pesaran y Shin. Sin embargo, como menciona Baltagi (2013), el primer test tiene un buen desempeño cuando N se ubica entre 10 y 250 y T entre 5 y 250. Como la primera condición no se cumple en este panel (N = 9) se utilizó el test de Im, Pesaran y Shin (tabla 1) el cual tiene mejor desempeño en muestras pequeñas, según resultados de simulaciones de Monte Carlo.

Tabla 1. Prueba de Raíz Unitaria de Im, Pesaran y Shin

H0: la serie presenta raíz unitaria.

Variables	Nivel (Estadístico t)	1 Diferencia (Estadístico t)
$\ln Y_{it}$	4.71	-9.61***
$\ln RE_t$	-0.33	-8.24***
$\ln m_t$	3.16	-11.78***
$\ln g_t$	0.29	-41.94***
$\ln z_t$	-0.14	-11.26***

Fuente: Estimaciones Propias

Nota: Valores significativos al 1%***, 5%** y 10%*

En la tabla anterior se observa que todas las variables son no estacionarias en niveles, pero sí lo son en primeras dife-

rencias, es decir todas las variables son integradas de orden 1 (I(1)). Teniendo en cuenta lo anterior se hace conveniente evaluar si existe cointegración entre las variables.

Diversos métodos se han propuesto en la literatura para probar cointegración entre variables con datos de panel, siendo tal vez los más conocidos los tests de Kao (1999), Pedroni (1999) y Larsson et al (2001). En este trabajo se utiliza el test de Kao (1999) apoyado en los resultados del trabajo de Gutiérrez (2003), quien utilizando simulaciones de Monte Carlo muestra que este test tiene mayor poder que el de Pedroni cuando el tamaño de la serie de tiempo no es muy grande, y que ambos tests muestran mejores resultados que el test de Larsson et al. (2001)

En el test de Kao (1999), la relación de largo plazo puede ser probada mediante una prueba de Dickey-Fuller Aumentada, bajo la hipótesis nula de que no hay cointegración. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2. Allí se puede observar que se rechaza la hipótesis nula por lo que si existe una relación de largo plazo entre el vector de la variable dependiente y la matriz de las variables independientes:

Tabla 2. Test de Kao

Hipótesis nula	Estadístico t	Prob.
No Cointegración	-2.59	0.0048

Fuente: Estimaciones Propias

Teniendo en cuenta los anteriores resultados, no es conveniente la estimación de la ecuación 12 mediante OLS porque generará estimadores sesgados. Por lo tanto, se utiliza el método de estimación Mínimos Cuadrados Completamente Modificados (FMOLS, por sus siglas en inglés para Fully Modified Ordinary Least Square). Este método permite la estimación consistente y eficiente de los vectores de cointegración y permite enfrentar el problema de la no estacionariedad de los regresores y resolver los problemas de sesgo de la estimación por OLS debido a los problemas de endogeneidad¹.

Como no todos los sectores tienen la misma participación en la producción total de Colombia, cada una de las observaciones es multiplicada previamente por una ponderación correspondiente a la raíz cuadrada de la participación de cada sector en la producción total de Colombia en cada período. Con los datos ponderados se estima la ecuación 12 por FMOLS. En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la estimación por FMOLS (modelo 2) y también, a modo de comparación, de los obtenidos mediante la estimación por OLS (modelo 4). También se presenta los resultados que se obtienen cuando se estima el efecto del tipo de cambio sobre la producción sin controlar por las otras variables incluidas en la ecuación 12 (modelos 1 y 3).

¹ La derivación del método se puede consultar en Kao, Chiang y Chen (1999) y Pedroni (1996).

Tabla 3. Resultados de la estimación del panel por FMOLS y OLS.

Variable dependiente: logaritmo del PIB por sector a precios de 2005 ($\ln Y_{it}$)

Variables	FMOLS			OLS
	1	2	3	4
$\ln RE_t$	0.846***	0.659***	1.064***	0.374***
$\ln m_t$		0.423***		0.482***
$\ln g_t$		0.121***		0.051
$\ln z_t$		0.133***		0.070***
R ²	0.950	0.998	0.941	0.989
Obs	567	567	576	576

Fuente: Estimaciones Propias

La tabla 3 muestra para la estimación por FMOLS que un aumento en 1% en el tipo de cambio real tiene un efecto significativo y positivo sobre la producción sectorial en Colombia de aproximadamente 0,659%, lo cual quiere decir que ante una depreciación de la moneda local, la economía nacional se verá favorecida. Esto es coherente con la propuesta de Mundell-Fleming, en el que la depreciación de la moneda aumenta la renta nacional a través de su incidencia sobre la balanza comercial. Todas las variables de control tienen efecto positivo y significativo sobre la producción en Colombia, lo cual coincide con lo esperado según lo descrito en el modelo presentado en la sección III. Si no se incluyen los controles, el tipo de cambio real sigue teniendo un efecto positivo y significativo sobre la producción sectorial, aunque en este caso el efecto es un poco mayor (0,846%).

Ahora bien, es claro que cuando las estimaciones se realizan por OLS, los resultados difieren en comparación a las estimaciones por FMOLS en el tamaño del efecto, aunque no en el signo. La explicación de estas diferencias tiene que ver con que las estimaciones por FMOLS corrigen el sesgo generado por la endogeneidad y la correlación serial de las series cointegradas que se presenta en las estimaciones por OLS.

5. Efectos diferenciales del tipo de cambio sobre la producción de los sectores económicos en Colombia.

Los resultados presentados en la sección anterior muestran el efecto que una variación en el tipo de cambio tiene sobre la producción en Colombia, utilizando información de los nueve sectores económicos en el que el DANE divide el PIB en Colombia. Sin embargo, con el modelo estimado no es posible obtener una medida del efecto del tipo de cambio sobre la producción de cada sector, de manera individual.

Por lo tanto, en esta sección, se busca obtener una medida de los efectos sectoriales de las variaciones en el tipo de cambio sobre la producción en Colombia, partiendo de los resultados presentados en la anterior sección que resultan de la estimación de la ecuación (12) con los datos de los 9 sectores, los cuales reflejan el impacto promedio del tipo de cambio sobre la producción de todos los sectores

económicos en el país. Posteriormente, se estima nuevamente la misma ecuación (12) excluyendo el sector que se quiere evaluar (es decir, incluyendo en este caso información de 8 sectores), o lo que es lo mismo, haciendo cero la ponderación del sector de interés en todos los períodos de análisis.

Con los nuevos resultados obtenidos cuando se excluye cada sector de interés se calcula un índice de impacto sectorial relativo (IISR) para cada sector i de la economía colombiana:

$$IIRS_i = \left(1 - \frac{IA_{-i}}{IA} \right) * 100\% \quad (13)$$

donde IA_{-i} son los nuevos impactos absolutos que tiene el tipo de cambio sobre la producción en Colombia cuando se excluye el sector i , e IA son los impactos absolutos para el total de la economía, y que equivale a 0,659, como se presentó en la tabla 3. Si el índice es mayor que cero, el resultado obtenido implica que se reduce el impacto del tipo de cambio en la producción del país cuando no se considera el sector de interés en las estimaciones. Es decir, que un valor positivo del índice significa que en ese sector una depreciación del tipo de cambio genera un mayor aumento en la producción relativo al resto de sectores en la economía, en el porcentaje señalado en el índice. Si el valor del índice es negativo, este resultado implica que en el sector bajo consideración, el efecto de una depreciación del tipo de cambio es menor en términos relativos al resto de sectores en el porcentaje señalado en el índice.

Los resultados obtenidos para los 9 grandes sectores de la economía colombiana se presentan en la tabla 4. Se destaca, en primer lugar, que no hay mayores diferencias en los impactos relativos entre sectores. De hecho, en 5 de los 9 sectores de la economía colombiana (agropecuario; industria manufacturera; electricidad, gas y agua; transporte, almacenamiento y comunicaciones; y servicios sociales, comunales y personales) las diferencias en los impactos relativos al resto de sectores son inferiores al 1%. El sector que más se afecta positivamente ante una depreciación real de la moneda colombiana durante el período de estudio, con un impacto relativo respecto al resto de sectores de 3,5%, fue la construcción, precisamente el sector de más crecimiento en el país en el período de análisis. El otro sector con mayor impacto relativo positivo fue la minería (1,7%), lo cual no es de extrañar dado que la producción de este sector está orientada hacia los mercados internacionales. Por el contrario, los sectores menos afectados por las variaciones del tipo de cambio fueron la intermediación financiera y comercio, restaurante y hoteles, con menores impactos relativos al resto de sectores alrededor del 1,5% y 1,2%, respectivamente.

Tabla 4. Efectos sectoriales del tipo de cambio sobre la producción en Colombia: cambios en los impactos al excluir sectores.

Sector Económico	Impacto relativo
Construcción	3,47%
Minería	1,70%
Agropecuario	0,55%
Electricidad, gas y agua	0,01%
Industria manufacturera	-0,25%
Servicios sociales, comunales y personales	-0,30%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	-0,39%
Comercio, hoteles y restaurantes	-1,24%
Intermediación financiera	-1,54%

Fuente: Estimaciones propias

6. Canales de transmisión del efecto del tipo de cambio a la producción sectorial.

Estimado el efecto que tiene el tipo de cambio sobre los sectores de la economía colombiana, el paso siguiente es identificar los canales a través de los cuales se transmite dicho efecto. Según lo presentado en el modelo de la sección III, esta transmisión se puede dar por el lado de la demanda o por el lado de la oferta.

Mediante la demanda agregada, cuando se presentan fluctuaciones en el tipo de cambio, se afectan los precios relativos de los productos importados, en relación con los producidos localmente. Así pues, una variación en el tipo de cambio, afecta estos precios relativos y por consiguiente la asignación de la demanda entre bienes foráneos y locales se modificará. De acuerdo a Mundell (1960), el efecto de una depreciación de la moneda local generaría una reasignación entre productos importados y nacionales, en favor de estos últimos. Por lo tanto, un indicador apropiado de la relevancia de este canal sería el peso relativo que tienen las exportaciones y las importaciones en el PIB.

Por el lado de la oferta, la transmisión se da a través del precio de los productos importados, por lo que el indicador ideal sería la importancia relativa que tienen los bienes importados dentro de la producción total de cada sector. Sin embargo, como no se pudo disponer de esta información por sectores económicos para Colombia, se consideró una hipótesis alternativa a través de la cual el tipo de cambio afecta la producción en Colombia por el lado de la oferta. Se trata del canal de hoja de balance, según el cual cuando ocurre una depreciación de la moneda, las firmas que están endeudadas en moneda extranjera (porque tienen proveedores extranjeros con los cuales tienen cuentas por pagar o simplemente porque han buscado financiar su operación endeudándose en el extranjero) experimentarán un empeoramiento en su situación financiera, dificultándose sus posibilidades de acceder a créditos y afectando su demanda de inversión y su plan de producción. Como menciona Villegas (2009), esta teoría afirma que “la prima de financiamiento externo de las empresas depende de su situación financiera. El riesgo moral y los costos de agencia hacen que los prestamistas les cobren una prima de financiamiento más elevada a las firmas que tienen menos herramientas

para contrarrestar los problemas de información (colaterales menos interesantes, menor experiencia crediticia, etc.). Entre mejores sean las señales transmitidas por una empresa con respecto a su salud y su capacidad de endeudamiento, menor debería ser su prima de financiamiento externo”.

Teniendo en cuenta lo anterior, una medida del endeudamiento externo de los sectores puede ser un buen indicador para medir si la transmisión de las variaciones del tipo de cambio real a la producción de los sectores se hace a través de este canal por el lado de la oferta.

Para identificar la incidencia de los canales se tomaron entonces los datos de las exportaciones, importaciones y deuda externa de cada uno de los sectores, con base en información obtenida de la DIAN para el comercio exterior y del Banco de la República para la deuda.

En el caso de las exportaciones, se elaboró un índice (I_{exp}), que viene dado por $\frac{X_{it}}{PIB_{it}} \forall i = 1 \dots 9$, donde X representa las exportaciones de cada sector en un trimestre determinado, y el PIB viene dado en precios corrientes. Un índice similar se elaboró para las importaciones (I_{imp}) de cada uno de los sectores de la economía colombiana. En el caso de la deuda externa se obtuvo un índice (I_{dext}), que se puede escribir así: $\frac{DE_{it}}{PIB_{it}} \forall i = 1 \dots 9$, donde DE representa la deuda externa de cada sector.

Con el fin de hacer comparables los indicadores para los dos canales, cada uno de ellos fue re-escalado de tal forma que los valores de este indicador fluctúen entre 0 y 100, donde 0 será el valor asignado al sector con el valor más bajo en el indicador, y 100 el valor correspondiente al sector con el indicador más alto. La fórmula utilizada para re-escalar fue la siguiente:

$$VR = \frac{VO - Vmin}{Vmax - Vmin} \quad (14)$$

donde VR es el valor re-escalado, VO es el valor original, y $Vmin$ y $Vmax$ son el valor más bajo y más alto, respectivamente, obtenido por algún sector.

Para establecer la incidencia del canal de interés, estos indicadores se adicionan al modelo estimado en la sección anterior (incluyendo los controles) y se le agrega también un término que resulta de multiplicar el indicador del canal por la medida del tipo de cambio. El coeficiente que acompaña a este último término en la estimación de la regresión determina la magnitud y sentido de la incidencia del canal. En términos específicos, la incidencia del canal de comercio exterior (demanda agregada) se evalúa con la estimación de la siguiente regresión:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln RE_t + \beta_2 \ln m_t + \beta_3 \ln g_t + \beta_4 \ln z_t + \beta_5 I_{exp_{it}} + \beta_6 I_{exp_{it}} * \ln RE_t + \beta_7 I_{imp_{it}} + \beta_8 I_{imp_{it}} * \ln RE_t + u_{it},$$

donde $i = \text{sector } 1, \dots, \text{sector } 9$ (15)

Los coeficientes β_6 y β_8 serán los de interés. En el caso del primero, se espera que tenga signo positivo y mostrará

en qué porcentaje se incrementa el efecto del tipo de cambio en el sector más exportador, comparado con el sector que menos orienta su producción a los mercados internacionales. En el caso del segundo, se espera que su signo sea negativo, ya que según el modelo Mundell-Fleming, unas mayores importaciones reducen la demanda de producción nacional, y por lo tanto en los sectores más importadores se reduce el efecto positivo que la depreciación del tipo de cambio debe tener sobre la economía colombiana.

Por otro lado, con el fin de observar si el efecto del tipo de cambio es transmitido a través de la deuda externa de cada sector, se estima el siguiente modelo:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln RE_t + \beta_2 \ln m_t + \beta_3 \ln g_t + \beta_4 \ln z_t + \beta_5 Idext_{it} + \beta_6 Idext_{it} * \ln RE_t + u_{it},$$

donde $i = \text{sector } 1, \dots, \text{sector } 9$ (16)

El parámetro de interés en la estimación de la ecuación anterior es β_6 . Se espera que el signo sea negativo, debido a que en los sectores con mayor endeudamiento externo, los efectos positivos que una depreciación debería tener sobre la producción deberían reducirse, al hacerse más difícil acceder a los mercados financieros para financiar su plan de producción.

Finalmente, se estima el efecto de los dos canales al tiempo, lo cual permite establecer el efecto de cada uno de ellos cuando se controla por el otro. La regresión estimada entonces es:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln RE_t + \beta_2 \ln m_t + \beta_3 \ln g_t + \beta_4 \ln z_t + \beta_5 Iexp_{it} + \beta_6 Iexp_{it} * \ln RE_t + \beta_7 Imp_{it} + \beta_8 Imp_{it} * \ln RE_t + \beta_9 Idext_{it} + \beta_{10} Idext_{it} * \ln RE_t + u_{it},$$

donde $i = \text{sector } 1, \dots, \text{sector } 9$

Los parámetros de interés son nuevamente los que acompañan a la variable de interacción del tipo de cambio con el canal de interés, y la interpretación es la misma que estos parámetros tienen en las ecuaciones (15) y (16). Los resultados obtenidos en la estimación por FMOLS de los tres modelos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Canales de transmisión del tipo de cambio a la producción sectorial.

Variable dependiente: logaritmo del PIB por sector a precios de 2005 ($\ln Y_{it}$)

Variables	FMOLS		
	1	2	3
$\ln RE_t$	0.601***	0.656***	0.592***
$\ln m_t$	0.337***	0.418***	0.330***
$\ln g_t$	0.236***	0.121***	0.236***
$\ln z_t$	0.105***	0.141***	0.111***
$Iexp_{it}$	-0.456		-0.478
$Iexp_{it} * \ln RE_t$	0.443*		0.446*
Imp_{it}	1.110*		0.974
$Imp_{it} * \ln RE_t$	-0.746**		-0.658
$Idext_{it}$		0.234	0.401
$Idext_{it} * \ln RE_t$		-0.090	-0.200
R ²	0.999	0.998	0.999
Obs	378	567	378

Fuente: Estimaciones Propias

Los resultados del modelo 1 muestran que el canal del comercio exterior juega un papel importante en los efectos que las variaciones del tipo de cambio tienen sobre la producción en los sectores de la economía colombiano. El coeficiente del término de interacción de las exportaciones y el tipo de cambio tiene un signo positivo y estadísticamente significativo. Su coeficiente de 0,443 significa que la diferencia en el impacto que tiene una variación del tipo de cambio entre el sector más exportador y el sector menos exportador es de 0,443%. Un incremento en el tipo de cambio real del 1% incrementa la producción en 0,601% en el sector de menor tasa de apertura exportadora, mientras que el incremento es de 1,044% en el sector que más orienta su producción a los mercados externos. Por su parte, el coeficiente del término de interacción de las importaciones con el tipo de cambio es estadísticamente significativo y tiene signo negativo, como se espera en teoría, según el modelo Mundell-Fleming. Su coeficiente de -0,746 implica que en el sector que importa más bienes como proporción del PIB, el impacto del tipo de cambio sobre la producción se reduce en 0,746%.

Cabe resaltar que estos coeficientes no cambian significativamente cuando se controla por el indicador de deuda externa y su interacción con el tipo de cambio. A propósito, este coeficiente de interacción de la deuda con el tipo de cambio no muestra ser estadísticamente significativo en ninguno de los dos modelos en los que se incluyó, lo cual da a entender que este canal no es muy relevante en la transmisión del tipo de cambio sobre la producción sectorial en Colombia.

7. Conclusiones

En este trabajo se estima el efecto que la variación en el tipo de cambio real tiene sobre los sectores de la economía colombiana. A diferencia de estudios previos, en esta investigación se utiliza un panel de datos con información de la producción de los 9 grandes sectores de la economía colombiana para el período comprendido entre el primer semestre del 2000 y el cuarto semestre de 2015.

Las estimaciones se realizaron mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios Completamente Modificados (FMOLS por sus siglas en inglés), un método de estimación relativamente nuevo que permite enfrentar los problemas de endogeneidad y correlación serial asociados a las relaciones de cointegración hay entre las variables. El principal resultado obtenido es que sí existe un efecto significativo y positivo del tipo de cambio sobre la producción en Colombia, con una elasticidad de 0,659 cuando se controla por otros determinantes de la producción agregada de un país, como son la política monetaria y fiscal y el precio del petróleo. También se destaca que no hay grandes diferencias entre sectores en cuanto a su respuesta ante variaciones en el tipo de cambio, aunque cabe resaltar que la construcción y la minería, dos de los sectores de mayor dinamismo en los últimos años en el país, son los que más responden a movimientos en el tipo de cambio.

Posteriormente, se buscó identificar los canales a través de los cuales se transmite este efecto, encontrando que el comercio exterior (canal de demanda agregada) es la principal explicación para las diferencias entre sectores en cuanto al efecto que tiene el tipo de cambio sobre la producción. Por el contrario, el canal de hoja de balance (canal de oferta agregada) no muestra ser relevante, dada la poca incidencia que muestra tener el nivel de endeudamiento externo de cada uno de los sectores en las regresiones estimadas.

Así pues, los resultados soportan las conclusiones del modelo Mundell-Fleming según el cual, una depreciación favorece la producción en los sectores de la economía colombiana a través de su incidencia sobre las exportaciones y las importaciones.

Bibliografía

- Baltagi, B.H., 2013. *Econometric Analysis of Panel Data*, Ed. Wiley, 5th Edition
- Edwards, S., y Ahamed, L., 1986. Introduction to Economic Adjustment and Exchange Rates in Developing Countries. In N. B. Research, *Economic Adjustment and Exchange Rates in Developing*, University of Chicago Press, 1-16.
- Ferrer, A., 1963. Devaluación, redistribución de ingresos y el proceso de desarticulación industrial en la Argentina. *Desarrollo económico*, 5-18.
- Fleming, J., 1961. Internal Financial Policies Under Fixed and Floating Exchange. *IMF Central Files*.
- Gala, P., 2008. Real exchange rate levels and economic development: theoretical analysis and econometric evidence. *Cambridge Journal of economics*, 32(2), 273-288.
- Garcés, D., 2006. La relación de largo plazo del PIB mexicano y sus componentes con la actividad económica en Estados Unidos y el tipo de cambio real. *Economía Mexicana, Nueva Época*, 15(1).
- Gutiérrez, L., 2003. On the Power of panel cointegration tests: A Monte Carlo comparison, *Economics Letters* 80, 105-111
- Hicks, J., 1937. Mr. Keynes and the "Classics": A Suggested Interpretation. *Econometrica*, 5, 147-159.
- Kandil, M., y Mirzaie, I., 2005. The Effects of Exchange Rate Fluctuations on Output and Prices: Evidence from Developing Countries. *The Journal of Developing Areas*, 38(2), 189-219.
- Kao, C., 1999. Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics* 90, 1-44.
- Kao, C., Chiang, M., y Chen, B., 1999. International R&D spillovers: an application of estimation and inference in panel cointegration. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 691-709.
- Larsson, R., Lyhagen, J., y Lothgren, M., 2001. Likelihood-based cointegration tests in heterogeneous panels. *Econometrics Journal* 4, 109-142.
- Loza, G., 2000. Tipo de cambio, exportaciones e importaciones: el caso de la economía boliviana. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, 3, 7-40.
- Mahagaonkar, P., Schweickert, R., y Chavali, A., 2009. Sectoral R&D Intensity and Exchange Rate Volatility: A Panel Study for OECD Countries. *Kiel Working Papers No. 1531*.
- Mundell, R., 1960. The Monetary Dynamics of International Adjustment under Fixed and Flexible Exchange Rates. *Quarterly Journal of Economics*, 74, 227-257.
- Omolar, A., 2010. Foreign Exchange market and monetary management in Nigeria. *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences (JETEMS)*, 1(2), 102-106.
- Pedroni, P., 1996. Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels and the Case of Purchasing Power Parity. *Indiana University Working Papers in Economics No. 96-20*.
- Pedroni, P., 1999. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, November (Special Issue), 653-669.

- Polterovich, V. y Popov, V. (2003). Accumulation of foreign exchange reserves and long term growth . MPRA Paper N° 20069, Posted 18. January 2010 10:49 UTC
- Rhenals, R., y Saldarriaga, J., 2008. Una regla de Taylor óptima para Colombia, 1991-2006. *Revista Lecturas de Economía*, (69), 9-39.
- Rodrik, D., 2008. The real exchange rate and economic growth. *Brookings papers on economic activity*, 2008(2), 365-412.
- Sierra, L., y Manrique, K., 2014. Impacto del tipo de cambio real en los sectores industriales de Colombia: una primera aproximación. *Revista CEPAL*.
- Vaz, P., y Baer, W., 2014. Real exchange rate and manufacturing growth in Latin America. *Latin American Economic Review*, 23(1), 1-17.
- Villegas, S., 2009. Evidencia del canal de la hoja de balance a través de la inversión de las empresas colombianas (1995-2007). *Ensayos Sobre Política Económica*, 27(60), 168-215.
- Yaqub, J., 2013. The Impact of Exchange Rate Changes on Disaggregated Agricultural Output in Nigeria: A Two-Stage-Least-Squares Approach. *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, 6(1), 75-89.