

**Efectos y canales de transmisión de la tasa de cambio sobre la producción sectorial en
Colombia**

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Economía

Johan Sebastián Ruiz Celis

Asesor: Jorge David Quintero Otero

Fundación Universidad del Norte

17 de Abril de 2017

Barranquilla-Colombia

I. Introducción.

El estudio del crecimiento económico, y sus determinantes es un área importante de estudio en la macroeconomía, lo cual ha llevado, no solamente a la realización de trabajos empíricos, sino también a planteamientos de modelos que ofrecen nuevas propuestas teóricas. Entre los determinantes del crecimiento económico, uno que ha adquirido mucha relevancia es la tasa de cambio real, y diversos modelos y trabajos empíricos han tratado de representar la relación entre estas dos variables. Algunas de las propuestas más destacadas son las de Mundell & Fleming (1960-1962) y la de Edwards & Ahamed (1986). Estos trabajos ofrecen explicaciones contrarias de cómo las fluctuaciones en la tasa de cambio pueden afectar el crecimiento económico de una nación: los trabajos de Mundell & Fleming muestran que las depreciaciones son favorables para el crecimiento, mientras que, Edwards & 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 a los exportadores, los receptores de giros desde el exterior, 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 la tasa 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 de la tasa 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 la tasa de cambio sobre la actividad productiva, se pretende en este estudio determinar el impacto que tiene la tasa 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 las variaciones en la tasa de cambio tiene sobre los sectores económicos. Adicionalmente, con esta investigación se pretende identificar los canales que son relevantes en la transmisión de los efectos de la tasa de cambio a la producción.

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, el cual es desarrollado en la cuarta y quinta sección presentando la metodología empleada y los resultados del ejercicio econométrico, respectivamente. Finalmente, en la sexta sección se presentan las conclusiones.

II. Revisión de literatura.

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 la tasa de cambio tiene sobre el sector real en diferentes países del mundo. Por ejemplo, en países desarrollados se destaca el trabajo de Mahagaonkar, Schweickert & 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 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.

Por otra parte, diversos autores se han interesado por el papel de la tasa 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 la tasa de cambio ha jugado un papel determinante (véase Gala (2008), Polterovich & Popov (2002), 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, así pues, una depreciación del tipo de cambio, genera una reducción en la variable dependiente, 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 la tasa 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 sectores. 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 la tasa 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 & 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. También se destaca el trabajo de Rhenals & 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 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).

III. El modelo.

Aunque se reconoce la existencia de diversas teorías y modelos que explican el efecto que tiene la tasa de cambio sobre el crecimiento económico y sobre los sectores económicos, en esta investigación, el efecto que tiene el tipo de cambio sobre los sectores económicos y sobre la economía en general estará basado en un modelo de oferta y demanda agregada. Kandil & Mirzaie (2005) proponen un modelo simple en el que explican los canales a través de los cuales las variaciones en la tasa de cambio afectan la actividad real a través de su incidencia en la oferta o la demanda.

Por el lado de la demanda, el efecto de la tasa de cambio sobre la producción, según el pensamiento neoclásico, 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:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + X_t - IM_t$$

Donde,

Y_t , representa el PIB;

C_t , el Consumo;

I_t , la Inversión;

G_t , Gasto del Gobierno; y

$X_t - IM_t$, las exportaciones netas.

$$c_t = c_0 + c_1 y_{dt}, t_1 > 0$$

$y_{dt} = y_t - t_t$, representa el ingreso disponible.

Donde t_t , es una función lineal del ingreso real, la cual puede describirse como:

$$t_t = t_0 + t_1 y_t, t_1 > 0.$$

La inversión posee la siguiente característica;

$i_t = i_0 - i_1 r_t, i_1 > 0$, y el tipo de cambio real puede escribirse como:

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

$$x_t = x_0 - x_1 \log(RE_t), x_1 > 0$$

$$im_t = m_0 + m_1 y_t + m_2 \log(RE_t), m_1, m_2 > 0$$

En consecuencia;

$$y_t = c_t + g_t + i_t + x_t - m_t$$

Así pues, sustituyendo todas las ecuaciones de cada uno de los componentes de la producción en la misma, el ingreso real quedará en función de la tasa 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.

Por otro lado, la curva LM puede describirse como:

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

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 mientras que el lado derecho representa la demanda real de dinero en función del ingreso, tasa de interés real y la expectativa inflacionaria.

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:

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

De tal forma que

$$Y_t = Q_t - RE_t U_t$$

Representa el valor agregado nacional. Una apreciación de la moneda disminuye el precio real de los bienes intermedios importados e incrementa la demanda de estos bienes, incrementando a su vez la producción.

De esta forma, según este simple modelo propuesto por Kandil & Mirzaie (2005), el efecto neto de una variación en la tasa 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 apreciación conlleva a la disminución de la demanda para productos domésticos y por consiguiente el mismo efecto se observará sobre la producción de estos productos, reduciendo a su vez el precio de los mismos; ii) en el mercado de dinero, una apreciación de la moneda local genera que los agentes tomen la decisión de mantener menos moneda nacional, lo cual disminuye la tasa de interés. Este canal modera la contracción de la demanda agregada y, por lo tanto, la reducción de la producción y el precio frente a un shock cambiario positivo y iii) una apreciación de la moneda local generara una disminución en los costos de los productos intermedios importados y un aumento en la producción doméstica.

IV. Metodología.

Teniendo como sustento el modelo de Kandil & Mirzaie (2005), se busca entonces establecer la incidencia de la tasa de cambio sobre la actividad productiva en Colombia, identificando los canales a través de los cuales se transmiten dichos efectos. El modelo base que se estima busca estimar la incidencia de la tasa de cambio sobre la producción, controlando por el precio del petróleo como variable proxy del precio de la energía, oferta monetaria ($M1_t$), gasto del Gobierno Central como porcentaje del PIB (G/PIB_t) y el Índice de Precios al Consumidor base 2008 (IPC_{b2008_t}).

Los datos empleados se encuentran en estructura de panel, comprendiendo datos trimestrales de los nueve grandes sectores de la economía colombiana desde 2000-I a 2015-IV. La variable dependiente es el Producto Interno Bruto (PIB) en términos reales, cuya información fue obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Para la tasa de cambio se utilizó el valor de cierre en cada trimestre tomado del Banco de la República, aunque como prueba de robustez también se utilizó su promedio durante el trimestre. Además, de esta misma fuente se extractaron las series de datos del IPC, gasto gubernamental como porcentaje del PIB y oferta monetaria. Por otra parte, para los precios del petróleo se tomó el promedio trimestral de la base de datos FRED de la Reserva Federal de St. Louis. Mientras que.

El modelo base estimado fue el siguiente:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln e_t + \beta_2 \ln oilprice_t + \beta_3 \ln M1_t + \beta_4 G/PIB_t + \beta_6 \ln IPC_{b2008_t} + u_{it}, \text{ donde } i = 1 \dots 9 .$$

Dadas las variables incluidas en el modelo, es de esperar que sean no estacionarias y cointegradas, además de que es lógico asumir que hay problemas de endogeneidad. Bajo este escenario, la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) producirá estimadores sesgados. Por lo tanto, se utiliza como método de estimación Mínimos Cuadrados Completamente Modificados (FMOLS, por sus siglas en inglés). 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.

V. Resultados.

El método de estimación utilizado en la investigación (FMOLS) requiere que las variables sean no estacionarias y estén cointegradas. Por tal motivo se realizaron las pruebas pertinentes para corroborar la existencia de estas características en los datos. Inicialmente, se realizó el test de Levin, Lin & Chu para cada una de las variables, con el fin de corroborar la existencia de raíz unitaria. Los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Prueba de Raíz Unitaria (Variables en niveles)

H₀: la serie presenta raíz unitaria.

Variables	Levin, Lin & Chu	Prob
Ln Y	0.9347	0.8250
Ln e	0.7155	0.7628
Ln oilprice	-1.4633	0.0717
M1	9.2082	1.0000
G/PIB	0.23398	0.5925
IPC_{b2008}	7.71914	1.0000

En consecuencia, se observa que todas las variables en niveles son no estacionarias. Sin embargo, se requiere también que las primeras diferencias sean estacionarias, es decir, que las variables sean I(1). Por lo tanto, se aplica nuevamente el test de Levin, Lin & Chu a las variables en primera diferencia. Los resultados se presentan en la *Tabla 2* y allí se observa que, efectivamente son estacionarias en primera diferencia.

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

Tabla 2.

Prueba de Raíz Unitaria (Variables en primeras diferencias)

H₀: la serie presenta raíz unitaria.

Variables	Levin, Lin & Chu	Prob
Ln Y	-3.09804	0.0010
Ln e	-5.23734	0.0000
Ln oilprice	-12.17190	0.0000
M1	-9.12150	0.0000
G/PIB	-43.3375	0.0000
IPC_{b2008}	-8.86434	0.0000

Ahora bien, para reafirmar o justificar el uso de los estimadores de FMOLS, es necesario realizar las pruebas pertinentes para corroborar la existencia de una relación de largo plazo entre el vector de la variable dependiente y la matriz de variables independientes. Debido a que la información utilizada en esta investigación fue en estructura de panel, se utilizó el test de Kao, que hace uso de información de los residuos de un modelo para determinar si existe cointegración entre las variables. En consecuencia, la relación de largo plazo puede ser probada mediante una prueba de Dickey-Fuller Aumentada, donde H_0 : no hay cointegración o $H_1: \rho = 1$. Los resultados del test de Kao se muestran a continuación:

Tabla 3.

Test de Kao

Null Hypothesis	t-statistic	Prob
No Cointegration	-5.609447	0.0000

Se puede observar entonces que, el test de Kao, el cual hace uso de la prueba de Dickey-Fuller aumentada, rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna, lo cual quiere decir que si existe una relación de largo plazo entre el vector de la variable dependiente y la matriz de las variables independientes.

Confirmado que las series son cointegradas, se estima el modelo base del efecto de la tasa de cambio (e_t) sobre la producción de los sectores económicos (Y_{it}) por FMOLS (tabla 4). La regresión estimada es la siguiente:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln e_t + \beta_2 \ln oilprice_t + \beta_3 \ln M1_t + \beta_4 G/PIB_t + \beta_6 \ln IPC_{b2008_t} + u_{it}, \text{ donde } i = 1 \dots 9$$

En el primer modelo se muestra la relación entre la producción sectorial y la tasa de cambio (e_t), controlado por el precio del petróleo ($oilprice_t$), oferta monetaria ($M1_t$), gasto del Gobierno Central como porcentaje del PIB (G/PIB_t) y el Índice de Precios al Consumidor base 2008 (IPC_{b2008_t}). Se reconoce que en los modelos de PIB para economías pequeñas, como es el caso de Colombia, requieren el uso de otros controles para las estimaciones, sin embargo y debido a la periodicidad y el marco de tiempo de la investigación no fue posible obtener otros controles que se ajustaran a estos criterios. Posteriormente, en los modelos 2 se estiman el mismo modelo pero se utiliza como medida de la tasa de cambio el promedio de los valores de fin de mes de la tasa de cambio durante cada trimestre. Finalmente, los modelos 3 y 4 representan las estimaciones de los modelos realizados mediante OLS

Tabla 4. Resultados de la estimación del panel por FMOLS y OLS.

Variable dependiente: logaritmo del PIB por sector de la economía a precios de 2005.

Variables	FMOLS		OLS	
	1	2	3	4
Ln e	0.761262***		0.819694***	
Ln e		0.768432***		0.823753***
Ln oilprice	0.09151***	0.093492***	0.079866***	0.081394***
M1	0.032686	0.035716	0.005358***	0.005353***
G/PIB	-0.39416***	-0.375326**	-0.231598**	-0.212079**
IPCb2008	0.283869**	0.270775**	0.388962***	0.383524***
Const			-0.27110***	-0.271124***
R2	0.998857	0.998871	0.99812	0.998134
Obs	567	567	576	576

(***), (**), (*) Significancia al 99%, 95% y 90% respectivamente.

La tabla anterior muestra para los dos modelos estimados por FMOLS resultados similares. Un aumento en el 1% en la tasa de cambio real tiene un efecto significativo y positivo sobre la producción sectorial en Colombia de aproximadamente 0.77%, 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 mediante el componente de la balanza comercial. Ahora bien, es claro que cuando las estimaciones se realizan por *Mínimos Cuadrados Completamente Modificados*, los resultados difieren (en comparación a las estimaciones por *Mínimos Cuadrados Ordinarios* 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.

Canales de transmisión del efecto de la tasa de cambio a la producción sectorial.

Identificado el efecto que tiene la tasa de cambio sobre los sectores de la economía colombiana, el paso siguiente es identificar los canales a través de los cuales se transmite el efecto de la tasa de cambio sobre la producción sectorial. A la luz del modelo de Kandil & Mirzaie (2005), 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 (1962), 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 tiene el comercio exterior (exportaciones e 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 del 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 la tasa de cambio afecta la producción en Colombia por el lado de la oferta. Se trata del canal de hoja de balance, según el cual un empeoramiento en la situación financiera de las empresas, dificulta sus posibilidades de acceder a créditos, afectando la demanda de inversión de las empresas 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.”*.

De acuerdo a lo anterior, es de esperar que las empresas que tengan mayor endeudamiento en el exterior, ante un aumento en la tasa de cambio verán empeoradas sus estados financieros y tendrán más dificultades para invertir y producirán menos. Por lo tanto, una medida del endeudamiento externo de los sectores puede ser un buen indicador de la relevancia del canal.

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.

Finalmente, se obtuvo un índice de deuda externa (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.

Para mirar la incidencia del canal, cada uno de los indicadores se le adiciona 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 de tasa de cambio. El coeficiente que acompañe 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:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln e_t + \ln oilprice + \beta_3 Iexp + \beta_4 Iexp_{it} * \ln e_t + \beta_5 Iimp_{it} + \beta_6 Iimp_{it} * \ln e_t + \beta_3 \ln M1_t + \beta_4 G/PIB_t + \beta_6 \ln IPC_{b2008_t} + u_{it}, \text{ donde } i = 1 \dots 9$$

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

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln e_t + \ln oilprice + \beta_3 Idext + \beta_4 Idext_{it} * \ln e_t + \beta_3 \ln M1_t + \beta_4 G/PIB_t + \beta_6 \ln IPC_{b2008_t} + u_{it}, \text{ donde } i = 1 \dots 9$$

Posteriormente, 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:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln e_t + \ln oilprice + \beta_3 Iexp + \beta_4 Iexp_{it} * \ln e_t + \beta_5 Iimp_{it} + \beta_6 Iimp_{it} * \ln e_t + \beta_5 Idext_{it} + \beta_6 Idext_{it} * \ln e_t + \beta_3 \ln M1_t + \beta_4 G/PIB_t + \beta_6 \ln IPC_{b2008_t} + u_{it}, \text{ donde } i = 1 \dots 9$$

Los resultados de los cuatro modelos obtenidos en la estimación por FMOLS se presentan en la tabla 5.

Tabla 5.

Canales de transmisión de la tasa de cambio a la producción sectorial

Variable dependiente: logaritmo del PIB por sector de la economía a precios de 2005.

Variables	FMOLS		
	1	2	3
Ln e	0.764165***	0.750743***	0.763738***
Ln oilprice	0.076728***	0.098014***	0.082376***
Idexp	-0.44304		-0.44882
Idexp*e	0.578900**		0.574134**
Idext		0.443747	1.5366880
Idext*e		0.051122	-1.0508250
Iimp	0.698455*		0.6100960
Iimp*e	-0.624722**		-0.5473000*
M1	0.084324	0.019501	0.088016
G/PIB	0.338232	-0.362987***	0.346493
IPCb2008	0.116371	0.308310***	0.090835
Constant			
R²	0.999285	0.998884	0.999298
Obs	378	378	378

(***), (**), (*) Significancia al 99%, 95% y 90% respectivamente.

Los resultados obtenidos muestran que la tasa de cambio tiene un impacto significativo sobre los sectores de la economía. El coeficiente del término de interacción de las exportaciones y la tasa de cambio tiene un signo positivo y estadísticamente significativo en los modelos 1 y 3, lo cual significa que, en los sectores exportadores, cuando la tasa de cambio aumenta se genera un mayor crecimiento de la producción. Por su parte, el coeficiente del término de interacción de las importaciones con la tasa de cambio tiene signo negativo y estadísticamente significativo en el modelo 1, lo que implica que aquellos sectores que importan más bienes se ven afectados negativamente por un incremento en la tasa de cambio, también como se espera en teoría. Sin embargo, el coeficiente pierde significancia cuando se agrega el canal de deuda externa.

Por el contrario, el coeficiente de interacción de la deuda con la tasa de cambio muestra resultados muy débiles en los distintos modelos donde se incluyó esta variable, lo cual da

a entender no es muy relevante en la transmisión de la tasa de cambio sobre la producción sectorial en Colombia.

VI. Conclusiones

En este trabajo se ha estimado el efecto que la variación en la tasa de cambio real tiene sobre los sectores reales 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 Completamente Modificados, un método de estimación relativamente nuevo que permite enfrentar los problemas de endogeneidad y correlación serial asociados a las relaciones de cointegración existentes entre las variables. Los resultados arrojaron que, existe un efecto significativo y positivo del tipo de cambio sobre la producción en Colombia, con una elasticidad alrededor del 1%.

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 la tasa de cambio sobre la producción. Por el contrario, el canal de hoja de balance (canal de oferta agregada), no muestra ser relevante, dado la poca incidencia que muestra tener el nivel de endeudamiento externo de cada uno de los sectores en las distintas 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.

Referencias

- Bleaney, M., & Greenaway, D. (2001). The impact of terms of trade and real exchange rate volatility on investment and growth in sub-Saharan Africa. *Journal of development Economics*, 65(2), 491-500.
- Blundell, R., Bond, S., & Windmeijer, F. (2001). Estimation in dynamic panel data models: improving on the performance of the standard GMM estimator. *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, 15, 53-91.
- Edwards, S., & Ahamed, L. (1986). Introduction to "Economic Adjustment and Exchange Rates in Developing Countries". In N. B. Research, *Economic Adjustment and Exchange Rates in Developing* (pp. 1-16). University of Chicago Press.
- 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*.
- Froot, K., Perold, A., & Stein, J. (1991). Shareholder trading practices and corporate investment horizons. *National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3638*.
- 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).
- Grubert, H., & Mutti, J. (1991). Financial flows versus capital spending: alternative measures of US-Canadian investment and trade in the analysis of taxes. *International Economic Transactions: Issues in Measurement and Empirical Research*, 293-320.
- Hayek, F. (1937). *Monetary nationalism and international stability*. New York: Reprints of Economic Classics, AM Kelley, 1971.
- Hicks, J. (1937). Mr. Keynes and the "Classics": A Suggested Interpretation. *Econometrica*, 5, 147-159.
- Kandil, M., & 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., Chiang, M., & 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.
- Keynes, J. (1936). *Teoría general del empleo, el interés y el dinero*. New York: Palgrave Macmillan.
- Khan, M., & Knight, M. (1981). Stabilization programs in developing countries: A formal framework. *IMF Staff Papers*, 53(1).

- Khondker, B., Bidisha, S., & Razzaque, M. (2012). The exchange rate and economic growth: An empirical assessment on Bangladesh. . *International Growth Centre (IGC)*.
- Kogut, B., & Chang, S. (1991). Technological Capabilities and Japanese Foreign Direct Investment in the United States. *Review of Economics and Statistics*, 73(3), 401-413.
- Krugman, P., & Taylor, L. (1978). Contractionary Effects of Devaluation. *Journal of International Economics*, 8, 445-456.
- 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., & 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*.
- Popov, V., & Polterovich, V. (2002). Accumulation of foreign exchange reserves and long term growth . *New Economic School, Moscow, Russia, unpublished paper*.
- Prebisch, R. (1986). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas . *Desarrollo Económico*, 26(103).
- Rhenals, R., & 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., & Manrique, K. (2014). Impacto del tipo de cambio real en los sectores industriales de Colombia: una primera aproximación. . *Revista CEPAL*.
- Swenson, D. (1994). The Impact of U.S. Tax Reform on Foreign Direct Investment in the United States . *Journal of Public Economics* , 243-266.
- Vaz, P., & Baer, W. (2014). Real exchange rate and manufacturing growth in Latin America. *Latin American Economic Review*, 23(1), 1-17.
- Villalobos, L., Torres, C., & Madrigal, J. (1999). Mecanismo de transmisión de la política monetaria: marco conceptual. *Documento del Banco Central de Costa Rica*.
- 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.

Yu, J., & Walsh, M. (2010). Determinants of foreign direct investment: a sectoral and institutional approach . *International Monetary Fund No. 10-187*. .