



La tasa de cambio y sus impactos en los agregados económicos colombianos: una aproximación FAVAR*

Juan Manuel Candelo-Viafara^a ■ Andrés Oviedo-Gómez^b

Resumen: Este documento identifica la relación existente entre la tasa de cambio y los diferentes agregados macroeconómicos en la economía colombiana, principalmente en la producción, el consumo, la inflación, la balanza comercial, la tasa de desempleo y la inversión, a través de la metodología *Factor Augmented VAR* (FAVAR). Se identifica que una apreciación del dólar genera cambios significativos sobre la actividad económica, la balanza comercial, los precios, el consumo y el gasto público.

Palabras clave: tasa de cambio real, FAVAR, agregados económicos, economía colombiana

Recibido: 16/09/2020.

Aceptado: 18/05/2021.

Disponible en línea: 06/10/2021.

Cómo citar: Candelo Viafara, J. M., & Oviedo Gómez, A. (2021). La tasa de cambio y sus impactos en los agregados económicos colombianos: una aproximación FAVAR. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 29(2), 121-142. <https://doi.org/10.18359/rfce.5256>.

Código JEL: C32, D52; E44.

-
- * Artículo de investigación que se desarrolla en el marco de la tesis doctoral de Juan Manuel Candelo Viafara para optar al título de doctor en Administración con énfasis en Finanzas Cuantitativas de la Universidad del Valle.
- a Candidato a doctor en Administración de la Universidad del Valle, magíster en Economía Aplicada de la Universidad del Valle, administrador de empresas de la Universidad del Valle, profesor hora cátedra, Universidad del Valle, Buga y Palmira, Colombia.
Correo electrónico: juan.candelo@correounivalle.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4152-5597>
- b Candidato a doctor en Ingeniería de la Universidad del Valle, magíster en Economía Aplicada de la Universidad del Valle e ingeniero electrónico de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.
Correo electrónico: oviedo.andres@correounivalle.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9664-4684>

The Exchange Rate and its Impacts on Colombian Economic Aggregates: a FAVAR Approach

Summary: This document identifies the relationship between the exchange rate and the different macroeconomic aggregates in the Colombian economy, mainly in production, consumption, inflation, trade balance, unemployment rate and investment, through the methodology *Factor Augmented var* (FAVAR). It is identified that an appreciation of the dollar generates significant changes in economic activity, the trade balance, prices, consumption, and public spending.

Keywords: actual exchange rate; FAVAR; economic aggregates; Colombian economy

A taxa de câmbio e seus impactos nos agregados econômicos colombianos: uma abordagem FAVAR

Resumo: este documento identifica a relação entre a taxa de câmbio e os diferentes agregados macroeconômicos da economia colombiana, principalmente na produção, no consumo, na inflação, na balança comercial, na taxa de desemprego e no investimento, por meio da metodologia *Factor Augmented VAR* (FAVAR). Identifica-se que a valorização do dólar gera mudanças significativas na atividade econômica, na balança comercial, preços, consumo e gastos públicos.

Palavras-chave: taxa de câmbio real; FAVAR; agregados econômicos; economia colombiana

Introducción

La tasa de cambio real (TCR) simboliza uno de los precios relativos con mayor peso dentro de una economía, no solo porque representa la conexión entre los precios nacionales y los extranjeros, sino porque también permite identificar los niveles de competitividad del sector transable de un país a través de sus interacciones comerciales (Bergstrand, 1985 y Reinhart, 1995). A pesar de ser una variable endógena, la TCR se ve afectada por innovaciones externas como lo han descrito Neary (1988) y Ostry (1988), quienes han identificado que las variaciones de los términos de intercambio explican en gran medida el comportamiento de la TCR en países desarrollados. Sin embargo, cabe aclarar que las variaciones de los precios de las exportaciones e importaciones también presentan una fuerte influencia, incluso mayor en los países en vía de desarrollo. Sinnott *et al.* (2011) plantean que las oscilaciones de los términos de intercambio son mayores en países que concentran sus exportaciones en bienes minero-energéticos. Lo anterior es la razón por la que Oviedo y Sierra (2019) hallaron que las fluctuaciones positivas de los términos de intercambio generan efectos significativos y negativos sobre la TCR en Colombia, debido a que la fuerte entrada de divisas extranjeras da lugar a una apreciación de la moneda nacional frente al dólar.

La respuesta de la TCR ante los choques de variables exógenas se traduce en variaciones directas sobre diferentes agregados económicos. Otero (1997) describe que la TCR, a partir de sus fluctuaciones, da lugar a efectos sobre el flujo de comercio, la cuenta corriente de la balanza de pagos, la producción, el consumo, la asignación de recursos y el empleo. Por lo tanto, resulta importante entender la dinámica de las variaciones de la TCR y sus efectos sobre una economía en vía de desarrollo como la colombiana, que se caracteriza, principalmente, por tener una fuerte dependencia en la producción de materias primas en sus exportaciones.

El objetivo de esta investigación radica en cuantificar e identificar los efectos producidos por las fluctuaciones de la TCR sobre diferentes variables

macroeconómicas de Colombia, principalmente, sobre la producción, el consumo total, la inflación, la balanza comercial, la tasa de desempleo y la inversión. Para esto, se aplica la metodología de los modelos FAVAR (*Factor Augmented VAR*, por sus siglas en inglés) descrita por Bernanke *et al.* (2005), que se caracteriza por el uso de un amplio conjunto de series que describen en gran medida el comportamiento económico de un país, lo que reduce las limitaciones de información de los modelos VAR y disminuye la omisión de variables y las anomalías que esto puede causar en los resultados, así se permite un análisis más amplio sobre toda la actividad económica.

De manera adicional a las variables de interés, y a partir de las características de los modelos FAVAR, se utilizaron 106 variables macroeconómicas comprendidas en el periodo 2001-2016 con una frecuencia trimestral. Es importante destacar que, hasta el momento, no se han evidenciado estudios empíricos que utilicen la metodología FAVAR para medir la incidencia de la TCR sobre la economía colombiana, de modo que la investigación se enfoca en explorar una alternativa que ofrezca una nueva perspectiva de los efectos y la importancia relativa de esta variable sobre una economía en vía de desarrollo. Por tanto, la contribución de este documento es la identificación de la relación de la tasa de cambio con los diferentes agregados macroeconómicos usando una metodología que disminuye la omisión de variables, por lo que permite entender de una mejor manera el fenómeno estudiado.

La presente investigación se divide en las siguientes secciones: el marco de referencia, el cual identifica la literatura de estudios anteriores desde la perspectiva internacional y nacional; luego, una segunda sección que expone el método de construcción del índice de tasa de cambio real; de igual manera, se plantea una tercera sección, que expone la metodología aplicada. Enseguida, la cuarta sección da a conocer los datos utilizados para la estimación del modelo. Así mismo, la quinta sección contiene los resultados obtenidos y, para terminar, la última sección precisa los comentarios finales.

Marco de referencia

Esta sección describe las investigaciones que han desarrollado diferentes autores sobre la importancia y los efectos que generan las variaciones de la TCR sobre los agregados económicos.

Desde un enfoque internacional, diversos autores han estudiado los efectos de la tasa de cambio sobre el sector productor de bienes transables y cómo esta ocasiona fluctuaciones en el empleo y en la competitividad de las economías desarrolladas. Revenga (1992) investiga los efectos de la apreciación del dólar sobre el empleo y los salarios en el sector manufacturero de Estados Unidos; dicho autor identifica que la apreciación del dólar reduce los salarios en un 2% y el empleo entre 4.5% y 7.5%, mientras que Branson y Love (1988) estudiaron los efectos de la tasa de cambio real sobre la economía norteamericana y japonesa. Para Estados Unidos, los resultados indican que la apreciación del dólar ocasiona una disminución en el empleo y en la producción, principalmente del sector productor de bienes durables. Por su parte, para Japón, la evidencia permite inferir que la apreciación de la moneda causa una caída en el empleo y en la producción del sector metalmeccánico. En cambio, Dozovic y Pripuzic (2013) determinaron que el sector económico más vulnerable a las variaciones de la TCR corresponde al sector productor de bienes tradicionales con poca intensidad de capital en países de Europa oriental. Por su parte, Demir (2010) halla que la volatilidad de la TCR reduce el empleo en el sector manufacturero, de tal manera que un incremento de la desviación estándar en las variaciones del tipo de cambio disminuye el crecimiento del empleo en 1.4 a 2.1 puntos porcentuales.

Por otro lado, y desde una perspectiva más general, Burgess y Knetter (1998) concluyeron, para el grupo del G7, que las variaciones de la TCR explican en un 30% las fluctuaciones del empleo en gran parte de estos países. Los resultados descritos dan lugar a la conclusión de que, de manera inversa, la depreciación de la moneda ocasiona que los productos nacionales sean relativamente más baratos que los internacionales, lo que aumenta las exportaciones de los productos nacionales y,

por ende, la producción, el empleo y la demanda agregada nacional. Este aumento en la producción se conoce como canal de producción (Leung y Yuen, 2007).

Para los países en vía de desarrollo, diferentes autores hallaron resultados similares, en los cuales una apreciación de la moneda nacional aumenta el desempleo en el sector manufacturero. Esta relación ha sido reafirmada por Vergara (2005), Haltiwanger *et al.* (2004) y Galindo *et al.* (2007) para Latinoamérica, Hua (2007) para China y Sahin y Cengiz (2011) para África. Por su parte, Frenkel y Ros (2006) determinaron que la apreciación del dólar genera mayor competitividad en la industria nacional manufacturera de los países latinoamericanos debido a la disminución relativa de precios.

A nivel nacional, varias investigaciones han evaluado los efectos de la tasa de cambio sobre distintos agregados económicos. Sierra y Manrique (2014) identificaron la respuesta de la economía colombiana ante una apreciación de la moneda extranjera. Los resultados indican que una apreciación del peso en un 1% genera un impacto negativo en un 0.26% del valor agregado industrial. Peláez y Sierra (2016) evaluaron la incidencia de la tasa de cambio sobre el empleo de 59 sectores industriales, para los cuales una apreciación del peso tiene un efecto significativo y negativo sobre el empleo de 18 sectores y positivo sobre 7. Por otro lado, Echavarría y Arbeláez (2003) estudiaron la relación entre la tasa de cambio, la inversión y los beneficios de las empresas nacionales durante el periodo 1994-2002. Dichos autores determinan que una devaluación de la moneda tiene efectos significativos y positivos sobre la inversión, las ventas y las utilidades de las firmas, lo que se genera gracias a una rápida respuesta de los sectores exportadores e importadores y dan lugar a un fuerte efecto sobre la competitividad. Igualmente, Rhenals y Saldarriaga (2007), en su investigación sobre la relación que existe entre la tasa de cambio y el crecimiento de la economía colombiana, permiten inferir que la devaluación del peso colombiano, el aumento de la inversión y una mayor apertura a los mercados internacionales producen un crecimiento en la economía.

Desde una perspectiva regional, Candelo (2018) encontró que una depreciación del peso frente al dólar aumenta la actividad en la economía del Valle del Cauca, uno de los departamentos con mayor peso industrial en Colombia.

Tasa de cambio real, economía colombiana y enfermedad holandesa

La TCR se define como el precio relativo de una canasta de consumo de un país en términos de una canasta de consumo de un país extranjero y en términos de la moneda local. La expresión matemática que permite definir la TCR relaciona de manera directa la variación del precio de una canasta extranjera (P^*) y el tipo de cambio nominal (TCN) y, de manera inversa, la variación del precio de una canasta local (P), como se describe en la ecuación [1].

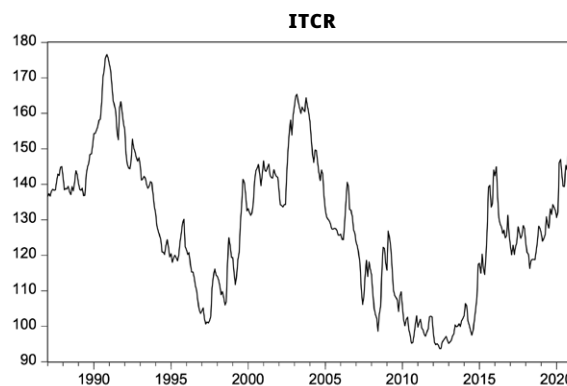
$$TCR = \frac{P^* \cdot TCN}{P} \quad [1]$$

Con base en la definición general de la TCR, se han estructurado diferentes métodos para construir el índice de tipo de cambio real (ITCR). Uno de los indicadores con mayor uso es el calculado por el banco central de Colombia (Banco de la República), que requiere de un proceso deflactor a partir del IPC. Esta metodología contiene datos de bienes transables, no transables y sus ponderaciones para el cálculo de la tasa multilateral que dependen del comercio total con cada país. Alonso *et al.* (2008) describen que este indicador tiene una fuerte relación con la competitividad general del país, de tal manera que una apreciación del ITCR da como resultado una disminución de la competitividad nacional. Sin embargo, la desventaja de este indicador radica en que las variaciones de los precios de bienes exportados e importados pueden conducir a una interpretación errónea, dado que, si se presenta un incremento del precio de un bien importado, esto no representa una pérdida de competitividad de los productos nacionales en el extranjero.

A partir de la metodología descrita, la Gráfica 1 representa el ITCR deflactado con el IPC para el

periodo 1987-2016 con una frecuencia mensual para Colombia. La gráfica permite inferir dos fuertes apreciaciones de la moneda nacional. La primera se observa a inicios de la década de 1990 debido al punto de ruptura ocasionado por la apertura económica. Dicha apreciación se prolonga hasta finales de 1997, previo a la crisis económica que se presentó en el país y que desaceleró a la economía. El segundo proceso de apreciación del peso se identifica a finales del año 2002, producto del incremento de los precios mundiales de las materias primas debido al crecimiento de la demanda de China e India y a los incrementos del precio del petróleo. La apreciación de la moneda se detiene a mediados del año 2014, momento en que se generó una fuerte caída de los precios del crudo, lo que restringe el ingreso de moneda extranjera a la economía. Igualmente, también se debe mencionar que, en el 2018, cuando China y Estados Unidos empiezan la guerra comercial, el precio del petróleo baja y, a su vez, la tasa de cambio aumenta significativamente. Por último, recientemente, en el 2020, la tasa de cambio aumenta debido al COVID-19 y la incertidumbre mundial (Candelo, 2021).

Gráfica 1. Índice de tipo de cambio real (ITCR) deflactado con el IPC para el periodo 1987-2021.



Tomado de: Banco de la República, Colombia (s. f.).

Según lo describen autores como Oviedo y Sierra (2019) y Oviedo-Gómez y Candelo-Viafara (2020), la economía colombiana se caracteriza por tener una fuerte dependencia en la exportación de materias primas y por encontrarse a merced de

las variaciones de los términos de intercambio. Guzman *et al.* (2018) describen que la dependencia en la producción de materias primas está determinada por la apreciación de la moneda nacional, lo que no permite el desarrollo industrial en sectores manufactureros e imposibilita el aumento de las exportaciones industriales de productos transables no minero-energéticos.

Los países que sobresalen por tener una economía basada en la extracción de bienes minero-energéticos presentan grandes variaciones de la TCR que pueden dar lugar a la enfermedad holandesa (Corden, 1984). Este mal hace referencia al aumento del ingreso de divisas extranjeras a la economía nacional debido al alza de los precios de las materias primas, lo que desencadena una desindustrialización a causa de la disminución de la competitividad de los productos industriales manufactureros del país. Autores como Corden (1984), Égert y Leonard (2008) y Lartey (2008) encuentran evidencia de la existencia de la enfermedad holandesa como consecuencia de la apreciación de la moneda por el auge del sector minero-energético. No obstante, en Colombia, los autores Poncela *et al.* (2017) hallaron relaciones significativas entre los precios de las materias primas exportadas con la TCR y la producción manufacturera, lo que permite inferir que un aumento del precio de las materias primas produce una apreciación del peso. Sin embargo, no se observó evidencia de que el tipo de cambio modifique la dinámica del sector industrial, es decir, que no se genera desindustrialización o enfermedad holandesa. Por otro lado, Perilla (2010) identificó efectos diferenciados de los impactos de los precios del petróleo sobre la economía colombiana, transmitidos a través del canal de la tasa de cambio. Un aumento de los precios del petróleo da lugar a una apreciación de la moneda, lo que disminuye las exportaciones en ciertos sectores manufactureros y agrícolas y afecta su competitividad, pero no se observaron indicios de enfermedad holandesa en todos los sectores industriales.

Metodología

El modelo

El modelo planteado parte de una economía pequeña, abierta y exportadora de petróleo que, en este caso, es la economía colombiana. Este tipo de economía, según autores como Bjørnland (2003) y Mendoza y Vera (2010), están permeadas por las fluctuaciones del precio del petróleo, lo que a su vez afecta la tasa de cambio. Una revisión de literatura sobre este tipo de economías establece que en el modelo se deben incluir variables del mercado de dinero interno, puesto que muestran la interacción entre las fluctuaciones de variables exógenas y la política monetaria. Igualmente, se deben incluir variables que reflejen los precios, una medida de la actividad industrial, el tipo de cambio real y variables que representen la inversión financiera (Corsetti *et al.*, 2010; Svensson, 2000 o Clarida *et al.*, 2001). Debido a la relación existente entre los términos de intercambio con los diferentes agregados económicos colombianos y, dada su exogeneidad, a un choque positivo en los ITI, que se traduce en un incremento de los precios de las materias primas, se genera una entrada de divisa extranjera, lo que devalúa el dólar. Debido al auge del sector minero-energético, se incentiva el número de créditos para la inversión en dicho sector y, de igual manera, una devaluación del dólar ocasiona un aumento del gasto del gobierno, puesto que parte de los ingresos del gobierno provienen de las regalías petroleras, lo que aumentaría el gasto público. Un efecto indirecto y negativo de la apreciación de la moneda nacional es la pérdida de competitividad del sector exportador, pues este produce una disminución del valor agregado y el empleo de exportadores de manufacturas (Sierra y Manrique, 2014 y Peláez y Sierra, 2016). La metodología que se plantea para este estudio permite incorporar todas las interacciones de la economía con efectos positivos y negativos —dependiendo del sector de que se trate ante un choque positivo en la tasa de cambio—, así como detectar el efecto neto del choque en la economía en general.

Modelo econométrico FAVAR

La metodología aplicada para determinar la variación de la TCR sobre los diferentes agregados económicos colombianos se denomina modelos FAVAR, propuestos por Bernanke *et al.* (2005). Estos modelos permiten analizar los efectos temporales de un choque de una variable a partir de funciones impulso-respuesta (FIR) y presentan la ventaja, a diferencia de los modelos VAR, de utilizar un conjunto extenso de datos resumidos en factores que ofrecen información detallada de la dinámica de la actividad económica, lo que reduce las dificultades de dimensionalidad y un posible sesgo por omisión de variables.

Los modelos FAVAR se pueden reescribir como un modelo VAR, como lo muestra la ecuación [2]:

$$\begin{bmatrix} F_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + v_t \quad [2]$$

En la cual el vector Y_t contiene las variables observables, como lo son la TCR, la producción, la tasa de desempleo, el consumo total, la balanza comercial, la inversión y la inflación. Este vector presenta dimensiones de $M \times 1$ y las variables que los forman están definidas para un $t = 1, 2, \dots, T$ periodos. A partir de las características de este vector, se puede constatar que existe información adicional que no se ha considerado y que limita la estimación, por tanto, se estructura un segundo vector, F_t , de dimensiones $K \times 1$ y que se compone por un conjunto de factores no observables. Por otro lado, $\Phi(L)$ es la matriz del polinomio del operador de rezagos finito de orden d y v_t que representa el término de error, con media cero y matriz de covarianzas Q . La estimación de los factores no observables F_t requieren de la utilización de los modelos factoriales dinámicos (MFD) desarrollados por Geweke (1976) y aplicados de manera extensa por Stock y Watson (2002, 2005, 2011). La estructura general de los MFD se puede escribir de manera estática como la ecuación [3]:

$$X_t = \Lambda F_t + e_t \quad [3]$$

El vector X_t de dimensiones $N \times 1$ se caracteriza por describir un conjunto extenso de variables que representan la dinámica de la economía nacional. En el caso de esta investigación, el vector X_t está compuesto por 106 series temporales adicionales a las variables de interés. Por otro lado, Λ es la matriz de cargas de los factores de dimensión $N \times K$, mientras que F_t representa los factores no observables y e_t es el término de error con media cero y distribuido normal de dimensión $N \times 1$. Este último término puede presentar una poca correlación transversal, en la medida que captura el componente idiosincrático. Se debe denotar que F_t y e_t pueden seguir un proceso autorregresivo, pero esto no fue considerado en la investigación.

Para estimar el modelo FAVAR descrito por la ecuación [2], se requiere aplicar dos etapas. La primera parte busca estimar los espacios que ocupan los factores no observables a través de k componentes principales del vector X_t y en la segunda parte se estima la ecuación [2] por medio del método de vectores autorregresivos, lo que exige reemplazar el vector F_t por \hat{F}_t . Este método de estimación se caracteriza por su simplicidad de computaciones y por generar un alto grado robustez¹.

Para realizar la segunda etapa del proceso de estimación, se debe definir el número de factores que deben ser incluidos. Para determinar dicha cantidad, se usaron los criterios de información propuestos por Bai y Ng (2002).

Datos

Para el desarrollo de esta investigación se utiliza la base de datos generada por Oviedo y Sierra (2019) y posteriormente utilizada por Oviedo-Gómez y Candelero-Viafara (2020), puesto que la misma aglomera gran parte de las series de mayor relevancia de la actividad económica del país. Como se ha descrito,

1 Forni *et al.* (2005) determinaron la consistencia del estimador por componentes principales cuando el número de series N y la dimensión T tienden a infinito. Por su parte, Bai y Ng (2002) afirman que las estimaciones son robustas cuando la función $\min\{N, T\}$ es igual o mayor a 40.

la metodología de los modelos FAVAR se caracteriza por la aplicación de un número extenso de variables. Para esto se utilizaron las series de interés u observables que harán parte del vector Y_t y descritas por la TCR, la producción, la tasa de desempleo, el consumo total, la inversión, la balanza comercial y la inflación; de manera adicional, se construyó una base de datos compuesta por 106 variables que describen las diferentes categorías de la economía colombiana y que harán parte del vector X_t (ecuación [3]). Las categorías se describen con 19 series que hacen parte de la actividad económica, 22 series que representan al sector externo, 19 series que forman los precios, 16 series que estructuran a la categoría de agregados monetarios, 5 series que simbolizan al empleo total nacional, 7 series que se relacionan con el sector público no financiero, 12 series que estructuran los flujos de inversión extranjera en Colombia y 6 series que definen las tasas de interés.

La estructura de la base de datos se define como un panel balanceado, con datos comprendidos en el periodo 2001-2016 y con frecuencia trimestral. Las razones de elección del periodo están determinadas por la disponibilidad de los datos y la exclusión del punto de ruptura dado por la apertura de la economía a inicios de la década de 1990 —ya que abarca el periodo en el que los términos de intercambio presentaron un alto crecimiento—. También, se estableció este intervalo porque comprende la dinámica que presentaron los precios del petróleo y que ha dado lugar a fuertes variaciones de la TCR.

Las series aplicadas fueron modificadas para eliminar los posibles datos atípicos, porque estos valores alteran el método de estimación de los factores a través del método de componentes principales (Stock y Watson, 2002). Por otro lado, las series que componen el vector X_t fueron convertidas a estacionarias tras verificar su grado de integración por medio de las pruebas de raíz unitaria de Dickey y Fuller (1979/2012) y Phillips y Perron (1988)². El Apéndice A describe la información de todas las variables utilizadas y las transformaciones aplicadas.

2 Las series fueron estandarizadas para que tengan media cero y varianza igual a 1.

Resultados

Esta sección se divide en las siguientes subsecciones: primero se estiman los factores no observables, luego, se exponen las funciones impulso-respuesta y, por último, se estudia la descomposición de varianza.

Estimación del número de factores no observables

A partir de los criterios de penalización desarrollados por Bai y Ng (2002), se determinó que, en promedio, la cantidad idónea de factores que deben ser incluidos para la estimación es cuatro. Con base en esta información, y a través de las 106 series, se aplica el método de componentes principales y se extraen los primeros cuatro factores que, en conjunto, explican el 46% de la varianza total. Los valores posteriores del cuarto factor ofrecen un aporte inferior al 5%, lo que corrobora la elección de los cuatro factores.

Para identificar el nombre de cada factor, se consideró su correlación con las variables utilizadas para su estimación. El factor 1 se denominó gastos de gobierno porque presentó una relación de 0.7 con la serie del consumo de gobierno; el factor 2 recibió el nombre de consumo de los hogares, dada su relación con esta variable de 0.7; el factor 3 recibió el nombre de agregados monetarios, gracias a su correlación de 0.7 con la base monetaria total, 0.6 con M1 y 0.6 con las cuentas corrientes del sector público. Por último, el factor 4 presentó una relación positiva con el PIB y su crecimiento en 0.6, por lo tanto, recibió el nombre de actividad económica.

Funciones Impulso-Respuesta (FIR)

Los modelos FAVAR permiten evaluar la persistencia temporal de las variaciones de la TCR por medio de Funciones Impulso-Respuesta generalizadas y acumuladas. Por lo tanto, el modelo a estimar tiene la siguiente forma:

$$Y_t' = [ITCR_t, BC_t, I_t, IPC_t, TD_t, PIB_t] \quad [4]$$

$$F_t' = [f_{1t}, f_{2t}, f_{3t}] \quad [5]$$

para la cual el vector de variables observables Y_t' contendrá la tasa de cambio real ($ITCR$), que representa la conexión con el sector externo, la balanza comercial (BC_t), el índice de precios al consumidor (IPC_t) y la tasa de desempleo (TD_t), la inversión de capital I_t y el producto interno bruto en términos reales (PIB_t). Respecto a los factores (F_t'), se incluyeron los primeros tres factores: gasto de gobierno (f_{1t}), consumo de hogares (f_{2t}) y agregados monetarios (f_{3t}), dado que para esta estructura el modelo es robusto y cumple los supuestos sobre los residuales (ver Apéndice B). Además, la estimación se realizó para un intervalo de confianza del 95%, un periodo de 10 trimestres y tres rezagos.

En la Gráfica 2 se observa que una apreciación real del dólar ocasiona un impacto significativo y negativo sobre el factor balanza comercial. Estos resultados son contraintuitivos de acuerdo con la teoría macroeconómica, puesto que, en general, se ha identificado que un aumento de la tasa de cambio genera un impacto positivo en la balanza comercial dado el aumento de las exportaciones y la disminución de las importaciones, debido a la disminución relativa de los productos nacionales y el encarecimiento de las importaciones.

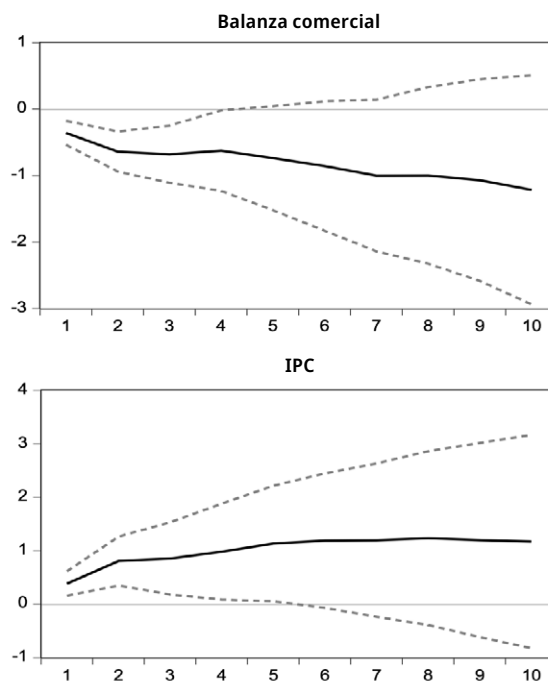
Como se ha mencionado anteriormente, Colombia tiene una estructura económica particular, puesto que es un exportador de materias primas energéticas y gran parte de la volatilidad de la tasa de cambio está asociada a la cotización de materias primas como el precio del petróleo, el carbón y el níquel (Oviedo y Sierra, 2019; Oviedo-Gómez y Candelo-Viafara, 2020; Candelo, 2021). Esta relación se da por el canal de los términos de intercambio, puesto que, a medida que los precios de los productos exportados aumentan, se genera una entrada de divisas extranjeras al país que conlleva una devaluación de la tasa de cambio.

De acuerdo con lo anterior, un impacto negativo de un impulso de la tasa de cambio a la balanza comercial está asociado a una afectación de los términos de intercambio. De esta manera, el canal de transmisión se da de la siguiente manera: una disminución de los precios de las materias primas energéticas genera un menor pago por cada bien básico como el petróleo, esto desincentiva la producción de estos bienes y se desencadena una disminución

de los dólares entrantes a la economía nacional, lo que, a su vez, genera una apreciación del dólar³. De acuerdo con lo anterior, el efecto de la tasa de cambio sobre la balanza comercial causado por el canal de los términos de intercambio presenta una persistencia prolongada y equivalente a cuatro trimestres posteriores a la innovación.

Por otro lado, la Gráfica 2 permite inferir que la TCR produce un efecto significativo y positivo sobre el factor de precios a una desviación estándar y una duración de cuatro trimestres. Este segundo resultado se debe a que un aumento de la tasa de cambio genera un aumento de los productos importados y se produce un alza en el nivel general de precios, lo que está asociado al concepto del canal de transmisión de la tasa de cambio a la inflación.

Gráfica 2. Impulso-respuesta generalizada y acumulada de la balanza comercial y factor de precios ante un choque del ITCR

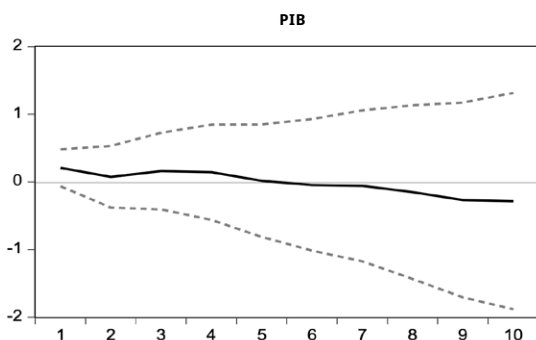


Fuente: Elaboración propia.

3 Oviedo y Sierra (2019) hallaron una correlación positiva del 0.88 entre los términos de intercambio y los precios del petróleo, lo que permite inferir que, más allá de las fluctuaciones de los términos de intercambio, los precios del petróleo son los detonantes de las variaciones de la TCR en Colombia.

Por su parte, la Gráfica 3 muestra la respuesta de actividad económica. El choque positivo de la TCR no genera un efecto significativo sobre la actividad económica. Así se demuestra que una fluctuación de la tasa de cambio no tiene un efecto en el corto plazo sobre el crecimiento de la demanda agregada del país.

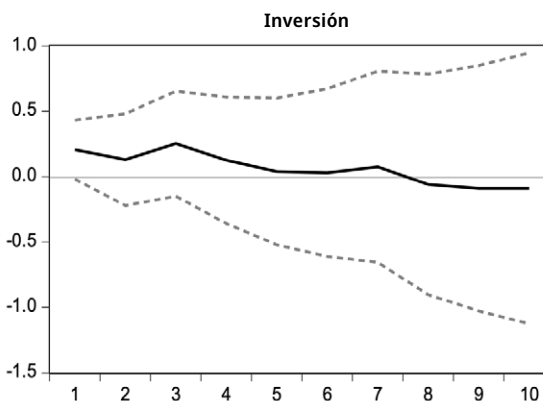
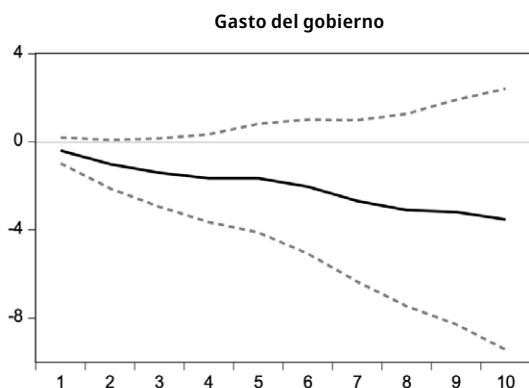
Gráfica 3. Impulso-respuesta generalizada y acumulada de la actividad económica (PIB) ante un choque del ITCR



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la Gráfica 4 describe las respuestas del factor de gasto público, la inversión y la tasa de desempleo ante una innovación de la TCR, sin embargo, no se observan efectos significativos sobre estas variables de interés.

Gráfica 4. Impulso-respuesta generalizada y el factor del gasto de gobierno, la inversión y la tasa de desempleo ante un choque del ITCR



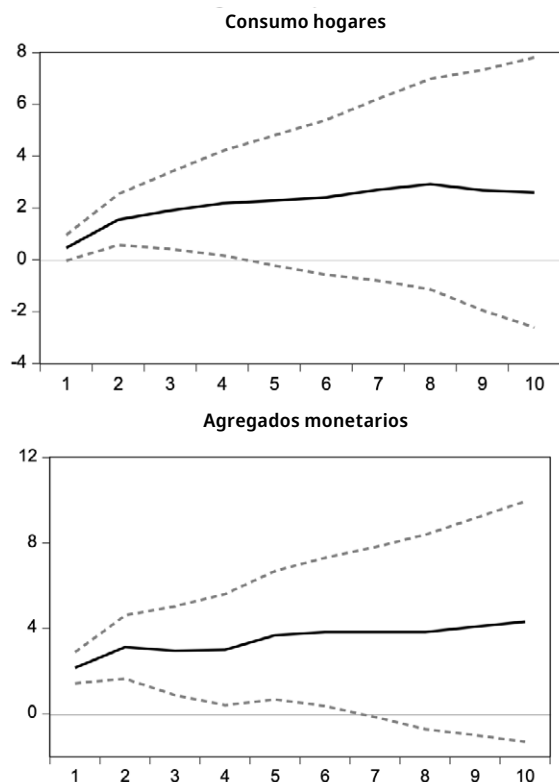
$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} \dot{Y}_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + v_t$$

Tasa de desempleo

Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 5 muestra las funciones impulso-respuesta ante un choque positivo de la tasa de cambio frente al consumo y los agregados monetarios. Aquí se puede observar que un aumento de la tasa de cambio genera efectos significativos en el consumo por cuatro trimestres. Lo anterior se debe a que una menor entrada de divisas permite estimular la actividad manufacturera, esto genera la sustitución de las importaciones de productos transables manufactureros por los nacionales. Igualmente, el aumento del valor de las remesas también tiene un impacto significativo en el consumo. Así mismo, un aumento del consumo genera un aumento de la demanda de dinero, lo que repercute en un aumento de los agregados monetarios.

Gráfica 5. Impulso-respuesta generalizada y acumulada del consumo de hogares y agregados monetarios ante un choque del ITCR



Fuente: Elaboración propia.

Choques asimétricos

Diferentes autores han identificado efectos asimétricos de las variables internacionales sobre los agregados económicos. Kilian y Vigfusson (2011) identifican para Estados Unidos una asimetría de la economía estadounidense frente a los cambios de las materias primas y sostienen que los choques positivos generan un impacto mucho mayor que los negativos, lo que también es comprobado por otros autores como Hamilton (2003), Lee *et al.* (1995), Davis y Haltiwanger (2001), Bernanke (1983), Hamilton (1989), Pindyck (1991) y Balke *et al.* (2002). Igualmente, otros autores identifican asimetría en los impactos de las materias primas en las economías de Latinoamérica, entre ellos están Mendoza y Vera (2010) para Venezuela, Perilla (2010), González y Hernández (2016) para Colombia y Candelo (2018) para una región colombiana.

En esta investigación se identificaron los choques asimétricos de la tasa de cambio sobre la economía colombiana. Para resolver este problema, autores como Mork (1989) y Hamilton (2003) usan una transformación de las variables de análisis para identificar los efectos de los grandes cambios en los precios del petróleo y, dado que las fluctuaciones de la tasa de cambio están asociadas con los precios del petróleo, se realizó una transformación de dicha serie. Mork *et al.* (1994) establecen que la asimetría y el efecto de los precios positivos y negativos se pueden identificar con la siguiente transformación de la serie de la tasa de cambio:

$$\Delta itcr_t = \begin{cases} \Delta itcr_t, & \text{si } \Delta itcr_t > 0 \\ 0, & \text{si } \Delta itcr_t < 0 \end{cases} \quad [6]$$

Igualmente, para identificar los efectos de los choques negativos, según Kilian (2009) se puede usar la siguiente transformación:

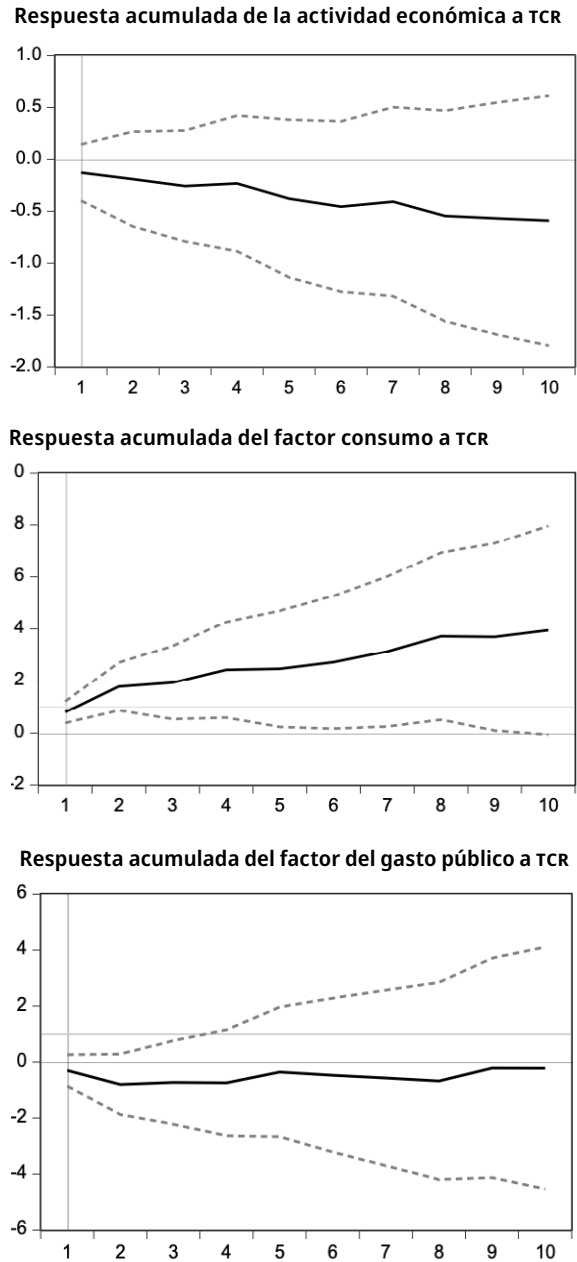
$$\Delta itcr_t = \begin{cases} \Delta itcr, & \text{si } \Delta itcr < 0 \\ 0, & \text{si } \Delta itcr > 0 \end{cases} \quad [7]$$

Para el análisis de los choques asimétricos, se seleccionan las variables de mayor representación económica y que, intuitivamente, se cree que pueden tener impactos asimétricos debido a la relación que tiene la tasa de cambio con los precios del petróleo. Entre las variables de análisis se encuentra la actividad económica, debido a que diferentes autores, como Perilla (2010), Candelo (2018) y González y Hernández (2016), han mencionado que un aumento del precio del petróleo tiene efectos asimétricos en la economía colombiana. También se selecciona el gasto público debido a su relación con la cotización de los precios del petróleo y el consumo, como una de las variables de mayor peso en la actividad económica.

La Gráfica 6 muestra las funciones impulso-respuesta de efectos asimétricos ante un choque positivo de la tasa de cambio. Aquí se puede observar que un aumento de la tasa de cambio genera efectos significativos en el consumo debido a que una menor entrada de divisas permite estimular la actividad manufacturera no petrolera del país, así, se

genera la sustitución de las importaciones de productos transables manufactureros por los nacionales. Por otro lado, no existe un efecto significativo en la actividad económica en general. De la misma forma, se puede identificar que un aumento de la tasa de cambio no tiene efectos significativos sobre la actividad económica y el gasto público nacional.

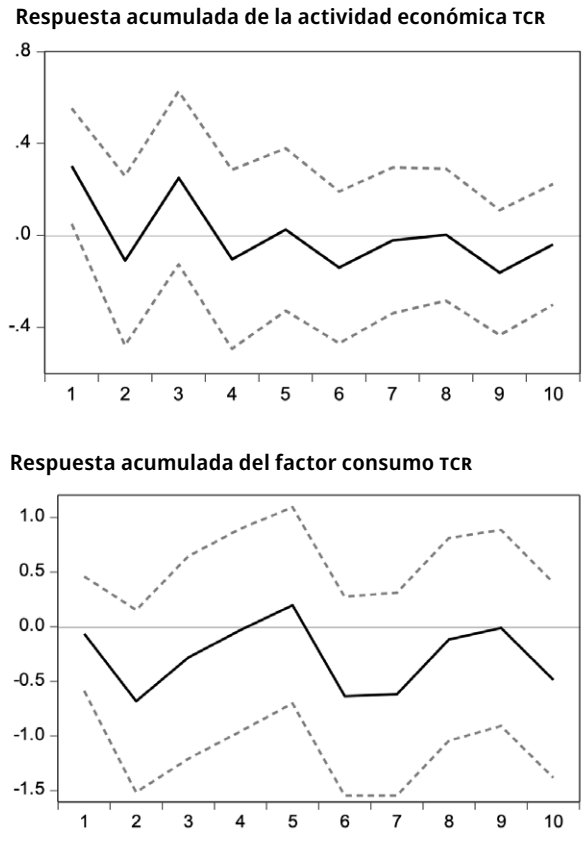
Gráfica 6. Funciones impulso-respuesta de efectos asimétricos ante un choque positivo de la tasa de cambio



Fuente: Elaboración propia basado en información del Banco de la República, Colombia (s. f.) y DANE (s. f.).

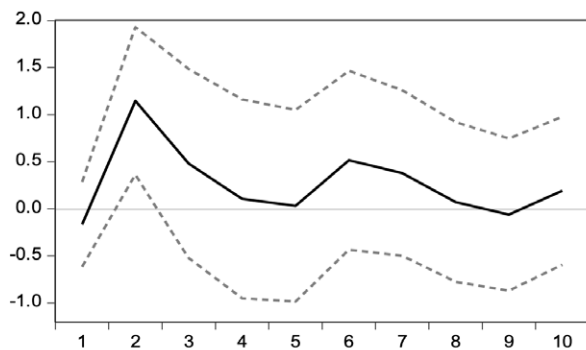
Por otro lado, la Gráfica 7 muestra las funciones impulso-respuesta de efectos asimétricos ante un choque negativo de la tasa de cambio. Por medio de estas se puede plantear que un impacto negativo de la tasa de cambio está asociado a un aumento de los precios del petróleo. Investigaciones preliminares han relacionado un aumento de los precios del petróleo con un aumento de la actividad económica nacional, lo que quiere decir que una disminución del precio del dólar está asociada a un aumento de la actividad económica nacional por el gran aumento de entradas de divisas debido a la estimulación al sector minero-energético. De igual manera, puesto que el gasto público nacional está relacionado con el aumento de las regalías petroleras, se puede identificar que un aumento de la tasa de cambio genera un aumento en el gasto público por causa del aumento de los ingresos petroleros.

Gráfica 7. Funciones impulso-respuesta de efectos asimétricos ante un choque negativo de la tasa de cambio



Fuente: Elaboración propia basado en información del Banco de la República, Colombia (s. f.) y DANE (s. f.).

Respuesta acumulada del factor gasto público TCR



Fuente: Elaboración propia basado en información del Banco de la República, Colombia (s. f.) y DANE (s. f.).

Descomposición de varianza

La descomposición de varianza permite observar la proporción de movimientos de una variable a partir de sus innovaciones contra las de las otras variables. Esta metodología logra capturar los distintos componentes que aíslan el porcentaje de varianza de cada una de las variables tras ser impactadas por una innovación. Para el cálculo de la descomposición de varianza se requiere aplicar el ordenamiento de Cholesky, que indica que las variables deben ordenarse de la más endógena a la más exógena. Los resultados contienen un horizonte finito de veinte trimestres

y son presentados en el Cuadro 1. Se observa que la balanza comercial y la inversión presentan un porcentaje de variación explicado por los movimientos de la TCR y que equivale al 15% y 6%, respectivamente. Por su parte, la variable de IPC responde a la TCR en un 20%, la tasa de desempleo en un 9% y el PIB en un 6%, mientras que el 13% de la variabilidad del gasto de gobierno se explica por las variaciones de la TCR, y el consumo de hogares y los agregados monetarios tiene variaciones del 14% y 29%, respectivamente.

Cuadro 1. Descomposición de la varianza de las variables de interés seleccionadas

Variables	Porcentaje de la varianza explicada por la TCR
Balanza comercial	15.00
Inversión	6.00
IPC	20.00
Tasa de desempleo	9.00
PIB	6.00
Gastos de gobierno	13.00
Consumo de hogares	14.00
Agregados monetarios	29.00

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Esta investigación identifica los impactos de la tasa de cambio sobre los distintos agregados económicos en Colombia. Para ello se estimaron dos modelos FAVAR (*Factor Augmented VAR*), en los cuales se usaron más de 106 series trimestrales desde el 2001 hasta el 2016, esto permitió estimar tres factores que describen la actividad económica de manera general. Además, se halló la persistencia temporal, la asimetría de los impactos y la varianza, que se explica por las variaciones de la TCR sobre las variables de interés.

Gran parte de la actividad de la TCR es explicada por las variaciones de los términos de intercambio, sin embargo, y dada la fuerte relación que presentan estos últimos con los precios del petróleo, se puede afirmar que los precios del crudo son inversamente proporcionales a la TCR. Se identifica que una apreciación del dólar genera efectos significativos en la actividad económica, el gasto público, el consumo, la balanza comercial y los precios. Uno de los resultados más interesantes es que se permite afirmar que la apreciación del peso genera impactos negativos y significativos en la balanza comercial, lo que a su vez es contrario a la teoría económica. No obstante, este fenómeno se debe a la estructura económica del país, ya que una apreciación de la moneda extranjera es producto de la disminución de los precios internacionales del petróleo; ello reduce los ingresos por la actividad minera y desincentiva la producción del crudo. Por otro lado, los precios de la economía aumentan significativamente gracias al encarecimiento de los productos importados, pero dicho impacto tiene corta duración.

Por su parte, al analizar la asimetría de los choques de la tasa de cambio, se observa que una devaluación del dólar produce impactos positivos sobre la actividad económica gracias a su asociación con el aumento de los precios del petróleo, lo que aumenta los ingresos por la actividad minero-energética y, a su vez, afecta positivamente la actividad económica colombiana. Respecto a una apreciación del dólar, este no genera efectos significativos sobre la actividad económica en general, pero sí sobre el consumo, debido a la estimulación de la compra

de productos nacionales. De igual manera, una disminución del precio del dólar se asocia a un aumento de la actividad económica nacional por el gran aumento de entradas de divisas debido a la estimulación del sector minero-energético. De la misma forma, debido a que el gasto público nacional está relacionado con el aumento de las regalías petroleras, se puede identificar que un aumento de la tasa de cambio genera un aumento en el gasto público por causa del aumento de los ingresos petroleros.

Referencias

- Alonso, G., Hernández, J. N., Pulido, J. D. y Villa, M. (2008). *Medidas alternativas de tasa de cambio real para Colombia* (Borradores de Economía, 514, 20-81). Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/be.514>
- Balke, N. S., Brown, S. y Yücel, M. (2002). Oil price shocks and the U.S. Economy: Where does the asymmetry originate? *Energy Journal*, 23(3), 27-52. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol23-No3-2>
- Bai, J. y Ng, S. (2002). Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models. *Econometrica*, 70(1), 191-221. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00273>
- Banco de la República, Colombia. (s. f.). *Índice de la tasa de cambio real (ITCR)*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-de-cambio-sector-externo-y-derivados>
- Bergstrand, J. H. (1985). The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *Review of Economics and Statistics*, 67(3), 474-481. <https://doi.org/10.2307/1925976>
- Bernanke, B. S., Boivin, J. y Elias, P. (2005). Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(1), 387-422. <https://doi.org/10.1162/0033553053327452>
- Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment. *Journal of Economics*, (98)1, 85-106. <https://doi.org/10.2307/1885568>
- Branson, W. H. y Love, J. P. (1988). The Real Exchange Rate, Employment and Output in Manufacturing in the U.S. and Japan. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 2491. <https://doi.org/10.3386/w2491>
- Bjørnland, H. C. (2003). The Economic Effects of North Sea Oil on the Manufacturing Sector. *Scottish Journal of Political Economy*, 45(5), 553-585. <https://doi.org/10.1111/1467-9485.00112>

- Burgess, S. M. y Knetter, M. M. (1998). An International Comparison of Employment Adjustment to Exchange Rate Fluctuations. *Review of International Economics*, 6(1), 151-163. <https://doi.org/10.1111/1467-9396.00094>
- Candelo, J. M. (2021). Índice mensual de incertidumbre financiera y económica (IMIFE) para la economía colombiana. *Lecturas de Economía*, (95). <https://doi.org/10.17533/udea.le.n95a343318>
- Candelo, J. M. (2018). Impactos indirectos de la tasa de cambio y los precios del petróleo en una economía no petrolera: aproximaciones VECM y VAR para el Valle del Cauca, Colombia. *Finanzas y Política Económica*, 10(2), 403-436. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpoliticon.2018.10.2.9>
- Clarida, R.; Galí J. y Gertler, M. (2001). Optimal Monetary Policy in Open versus Closed Economies: An Integrated Approach. *American Economic Review*, (91)2, 248-52. <https://doi.org/10.1257/aer.91.2.248>
- Corden, W. M. (1984). Booming Sector and Dutch Disease Economics: Survey and Consolidation. *Oxford Economic Papers*, 36(3), 359-380. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.oep.a041643>
- Corsetti, G.; Dedola, L. y Leduc, S. (2010). Optimal Monetary Policy in Open Economies. En B. M. Friedman y M. Woodford, (Eds.), *Handbook of Monetary Economics*, vol. 3, (pp. 861-933). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53454-5.00004-9>
- DANE. (s. f). *Cuentas nacionales anuales*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales>
- Davis, S. J. y Haltiwanger, J. (2001). Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes. *Journal of Monetary Economics*, 48(3), 465-512. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(01\)00086-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(01)00086-1)
- Demir, F. (2010). Exchange Rate Volatility and Employment Growth in Developing Countries: Evidence from Turkey. *World Development*, 38(8), 1127-1140. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.12.019>
- Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1979/2012). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427- 431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dozovic, E. y Pripuzic, D. (2013). Industry Specific Real Effective Exchange Rates in Central and Eastern European Countries [conferencia]. *The 8th Young economists' seminar to 19th Dubrovnik Economic Conference*, Croacia. <https://www.hnb.hr/documents/20182/120691/dozovic-pripuzic2.pdf/63f6396a-3ad0-4118-98cd-fb-b36a8c3142>.
- Echavarría, J. J. y Arbeláez, M. A. (2003). *Tasa de cambio y crecimiento económico en Colombia durante la última década*. (Borradores de Economía, 338). Banco de la República. <https://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra338.pdf>
- Égert, B. y Leonard, C. (2008). The Dutch disease in Kazakhstan: An empirical investigation. *Focus on European Economic Integration*, (2), 85-108.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. y Reichlin, L. (2005). The Generalized Dynamic Factor Model: One-Sided Estimation and Forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, 100(471), 830-840. <https://doi.org/10.1198/016214504000002050>
- Frenkel, R. y Ros, J. (2006). Unemployment and the real exchange rate in Latin America. *World Development*, 34(4), 631-646. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.09.007>
- Galindo, A., Izquierdo, A. y Montero, J. M. (2007). Real exchange rates, dollarization and industrial employment in Latin America. *Emerging Markets Review*, 8(4), 284-298. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2006.11.002>
- Geweke, J. (1976). The dynamic factor analysis of economic time series models. *University of Wisconsin*, 22(1), 37-54.
- González, S. y Hernández, E. (2016). Impactos indirectos de los precios del petróleo en el crecimiento económico colombiano. *Lecturas de Economía*, (84), 103-141. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n84a04>
- Guzman, M., Ocampo, J. A. y Stiglitz, J. E. (2018). Real exchange rate policies for economic development. *World Development*, 110, 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.017>
- Hamilton, J. D. (2003). What is an oil shock? *Journal of Econometrics*, 113(2), 363-398. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00207-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00207-5)
- Hamilton, J. D. (1989). A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica*, 52(7), 357-384. <https://doi.org/10.2307/1912559>
- Haltiwanger J., Kugler, A., Kugler, M., Micco, A. y Pagés, C. (2004). Effects of tariffs and real exchange rates on job reallocation: evidence from Latin America. *The Journal of Policy Reform*, 7(4), 191-208. <https://doi.org/10.1080/1384128042000285183>
- Hua, P. (2007). Real exchange rate and manufacturing employment in China. *China Economic Review*, 18(3), 335-353. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2007.02.001>
- International Monetary Fund (IMF). (s. f.) *World economic outlook databases*. <https://www.imf.org/en/Publica->

- tions/SPROLLS/world-economic-outlook-databases#-sort=%40imfdate%20descending
- Kilian, L. y Vigfusson, R. (2011). Are the responses of the u.s. economy asymmetric in energy price increases and decreases? *Quantitative Economics*, 2. <https://doi.org/10.3982/QE99>
- Kilian, L. (2009). Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market. *American Economic Review*, 99(3), 1053-69. <https://doi.org/10.1257/aer.99.3.1053>
- Lartey, E. (2008). Capital Inflows, Resource Reallocation and the Real Exchange Rate. *International Finance*, 11(2), 131-152. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2362.2008.01222.x>
- Lee, K., Ni, S., Ratti, R.A., 1995. Oil Shocks and the Macroeconomy: The Role of Price Variability. *Energy Journal*, 16(4), 39-56. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol16-No4-2>
- Leung, D. y Yuen, T. (2007). Labour Market Adjustments to Exchange Rate Fluctuations: Evidence from Canadian from Canadian Manufacturing Industries. *Open Economies Review*, 18(2), 177-189. <https://doi.org/10.1007/s11079-007-9007-y>
- Mendoza, O. y Vera, D. (2010). The Asymmetric Effects of Oil Shocks on an Oil-Exporting Economy. *Cuadernos de Economía*, 47(135), 3-13. <https://doi.org/10.4067/S0717-68212010000100001>
- Gov.co, (s. f.). Cifras, datos e indicadores. <https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/Estadisticas>
- Mork, K. A. (1989). Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results. *Journal of Political Economy*, 97(3), 740-744. <https://doi.org/10.1086/261625>
- Mork, K. A., Olsen, O. y Mysen, H. T. (1994). Macroeconomic Responses to Oil Price Increases and Decreases in Seven OECD Countries. *The Energy Journal*, 15(4). <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol15-No4-2>
- Neary, P. (1988). Determinants of the equilibrium real exchange rate. *American Economic Review*, 78(1), 210-215. <https://www.jstor.org/stable/1814708>
- Ostry, J. D. (1988). The Balance of Trade, Terms of Trade, and Real Exchange Rate: An Intertemporal Optimizing Framework. *IMF Staff Papers*, 35(4), 541-573. <https://doi.org/10.2307/3867110>
- Otero, J. (1997). Los determinantes de la tasa de cambio real en Colombia. *Coyuntura Económica*, 169-180. <http://hdl.handle.net/11445/3267>
- Oviedo-Gómez, A. y Candelo-Viafara, J. M. (2020). Mining and Energy Commodity Price Effects on Colombian Economy. *Cuadernos de Administración*, 36(67), 93-108. <https://doi.org/10.25100/cdea.v36i67.8641>
- Oviedo, A. F. y Sierra, L. P. (2019). La importancia de los términos de intercambio en la economía colombiana. *Revista de la Cepal*, (128), 125-154. <https://doi.org/10.18356/73298cb5-es>
- Peláez, J. T. y Sierra, L. P. (2016). Does Industrial Employment React to Movements in the Real Exchange Rate? An Empirical Analysis for Colombia, 2000-2010. *Latin American Journal of Economics*, 53(1), 36-39. <http://dx.doi.org/10.7764/LAJE.53.1.39>
- Perilla, J. R. (2010). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 75-116.
- Phillips, P. C. y Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Pindyck, R. S. (1991). Irreversibility, Uncertainty, and Investment. *Journal of Economic Literature*, 29, 1110-1148. <https://doi.org/10.3386/w3307>
- Poncela, P., Senra, E. y Sierra, L. P. (2017). Long-term links between raw materials prices, real exchange rate and relative de-industrialization in a commodity-dependent economy: empirical evidence of "Dutch disease" in Colombia. *Empirical Economics*, 52(2), 777-798. <https://doi.org/10.1007/s00181-016-1083-7>
- Reinhart, C. M. (1995). Devaluation, Relative Prices and International Trade: Evidence from Developing Countries. *Staff Papers (International Monetary Fund)*, 42(2), 290-312. <https://doi.org/10.2307/3867574>
- Revenga, A. (1992). Exporting Jobs? The Impact of Import Competition on Employment and Wages in U. S. Manufacturing. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(1), 255-284. <https://doi.org/10.2307/2118329>
- Rhenals, R. y Saldarriaga, J. (2007). Tasa de cambio real y crecimiento económico en Colombia, 1995-2006: Una exploración inicial. *Perfil de Coyuntura Económica*, (9), 5-19.
- Sahin, A. y Cengiz, S. (2011). The real exchange rate and the employment market: Evidence for Turkey by panel cointegration analysis. *African Journal of Business Management*, 5(14), 5845-5854. <https://doi.org/10.5897/AJBM10.1162>
- Sierra, L. P. y Manrique, L. (2014). Impacto del tipo de cambio real en los sectores industriales de Colombia: una primera aproximación. *Revista de la Cepal*, 114, 127-142. <https://doi.org/10.18356/4f500c15-es>
- Sinnott, E., Nash, J. y De la Torre, A. (2011). *Natural Resources in Latin America and the Caribbean: Beyond Booms and Busts? World Bank Latin American and Caribbean*

- Studies*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8482-4>
- Stock, J. H. y Watson, M. W. (2011). Dynamic Factor Models. En M. P. Clements y D. F. Hendry. (Eds.), *Oxford Handbook on Economic Forecasting* (35-59). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxford-hb/9780195398649.013.0003>
- Stock, J. H. y Watson, M. W. (2005). Implications of dynamic factor models for VAR analysis. *National Bureau of Economic Research*, 11467, 1-67.
- Stock, J. H. y Watson, M. W. (2002). Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 147-162. <https://doi.org/10.1198/073500102317351921>
- Svensson, L. E. O. (2000). Open-Economy Inflation Targeting. *Journal of International Economics*, 50(1), 155-83. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(98\)00078-6](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00078-6)
- Vergara, S. (2005). Dinámica laboral de la industria en Chile. *Revista de la Cepal*, (86), 147-166. <https://doi.org/10.18356/de1e3ce1-es>

Apéndice A

Las series fueron tomadas del Banco de la República, Colombia (BR) (s. f.), del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (s. f.), del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MH) (Gov.co, s. f.) y del Fondo Monetario Internacional

(FMI) (International Monetary Fund [IMF], s. f.). Las transformaciones de cada serie se denotan de la siguiente forma: 1 - No transformación; 2 - Logaritmo; 3 - Primera diferencia; 4 - Primera diferencia del logaritmo.

Cuadro A1. Descripción de las variables de interés

No.	Variable	Fuente	Trans.
1	Tipo de cambio comercio total: datos ce	BR	4
2	Balanza comercial (miles de millones de pesos)	BR	4
3	Formación bruta capital fija (inversión)	DANE	4
4	Consumo total	DANE	4
5	Producción bienes industria: cemento gris (toneladas)	DANE	4
6	Producción bienes industria: vehículos ensamblados (cantidad)	DANE	4
7	Producción bienes industria: azúcar (toneladas)	DANE	2
8	Deuda externa	MH	4
9	Tasa de desempleo	DANE	4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A2. Descripción de las 106 series utilizadas

No.	Variable	Fuente	Trans.
Actividad económica a precios constantes (en miles de millones de pesos)			
1	Crecimiento PIB	DANE	1
2	Consumo final Gobierno	DANE	2
3	Consumo final hogares	DANE	2
4	Consumo bienes durables (porcentaje)	DANE	1
5	Consumo bienes no durables (porcentaje)	DANE	1
6	Consumo bienes semidurables (porcentaje)	DANE	1
7	Consumo servicios (porcentaje)	DANE	1
8	Demanda final interna	DANE	4
9	Formación bruta capital	DANE	4
10	Formación bruta capital: agropecuario, silvicultura, caza y pesca	DANE	1
11	Formación bruta capital: construcción	DANE	1
12	Formación bruta capital: equipo de transporte	DANE	1
13	Formación bruta capital: maquinaria y equipo	DANE	1
14	Formación bruta capital: obras civiles	DANE	1

No.	Variable	Fuente	Trans.
15	Formación bruta capital: servicios	DANE	1
16	Variaciones existencia	DANE	1
17	Deuda interna total	MH	4
18	Deuda interna: desembolsos	MH	4
19	Deuda interna: amortización	MH	2
Sector externo (en miles de millones de pesos)			
20	Exportaciones totales	DANE	4
21	Exportaciones café	DANE	4
22	Exportaciones carbón	DANE	4
23	Exportaciones níquel	DANE	4
24	Exportaciones petróleo y derivados	DANE	4
25	Exportaciones totales tradicionales	DANE	4
26	Exportaciones totales no tradicionales	DANE	4
27	Importaciones totales	DANE	4
28	Importaciones bienes intermedios y materias primas: sector agrícola	DANE	4
29	Importaciones bienes intermedios y materias primas: combustibles	DANE	4
30	Importaciones bienes de capital: sector agrícola	DANE	4
31	Importaciones bienes de capital: sector industrial	DANE	4
32	Importaciones bienes de capital: equipos de transporte	DANE	4
33	Importaciones bienes de capital: materiales de construcciones	DANE	4
34	Importaciones bienes de consumo: duraderos	DANE	4
35	Índice de los términos de intercambio	BR	4
36	Índice de los precios de exportaciones	BR	4
37	Índice de los precios de importaciones	BR	4
38	Precios del café	FMI	4
39	Precios del carbón	FMI	4
40	Precios del níquel	FMI	4
41	Precios del petróleo	FMI	4
Precios: IPC			
42	Total	DANE	4
43	Alimentos	DANE	3
44	Comunicaciones	DANE	3
45	Diversión	DANE	3
46	Vestuarios	DANE	3
47	Educación	DANE	4

No.	Variable	Fuente	Trans.
48	Otros gastos	DANE	4
49	Salud	DANE	4
50	Transporte	DANE	4
51	Vivienda	DANE	4
52	Bienes transables	BR	4
Precios: IPP			
53	Oferta interna	DANE	4
54	Oferta interna: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	DANE	4
55	Oferta interna: industria	DANE	4
56	Oferta interna: minería	DANE	4
57	Producción nacional	DANE	4
58	Producción nacional: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	DANE	4
59	Producción nacional: industria	DANE	4
60	Producción nacional: minería	DANE	4
Agregados monetarios (en miles de millones de pesos)			
61	Base monetaria efectivo	BR	4
62	Base monetaria reserva bancaria	BR	4
63	Base monetaria total	BR	4
64	Bonos	BR	4
65	Cuentas corrientes sector privado	BR	4
66	Cuentas corrientes sector público	BR	4
67	Cuentas corrientes total	BR	4
68	Cuasidineros: cuentas de ahorro	BR	4
69	Cuasidineros: CDT	BR	2
70	Cuasidineros total	BR	4
71	Depósitos fiduciarios	BR	4
72	Depósitos a la vista	BR	4
73	M1	BR	4
74	M2	BR	4
75	M3	BR	4
76	Depósitos en cuenta corriente + cuasidineros + bonos + depósitos a la vista + repos + depósitos fiduciarios + cédulas: PSE total	BR	4
Empleo total nacional			
77	Desocupados (miles)	DANE	4
78	Inactivos (miles)	DANE	4
79	Ocupados (miles)	DANE	4

No.	Variable	Fuente	Trans.
80	Tasa de participación	DANE	4
81	Tasa de ocupación	DANE	4
Sector público no financiero (en miles de millones de pesos)			
82	Déficit o superávit	MH	3
83	Financiamiento interno	MH	3
84	Déficit o superávit empresas públicas no financieras	MH	1
85	Gastos	MH	4
86	Ingresos	MH	4
87	Intereses	MH	4
88	Financiamiento externo	MH	1
Flujos de inversión extranjera en Colombia (en miles de millones de pesos)			
89	Sector petrolero	BR	3
90	Manufacturero	BR	4
91	Flujos de inversión extranjera total	BR	4
92	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	BR	1
93	Comercio, restaurantes y hoteles	BR	1
94	Construcción	BR	1
95	Electricidad, gas y agua	BR	1
96	Minas y canteras	BR	1
97	Servicios financieros y empresariales	BR	1
98	Servicios comunales	BR	1
99	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	BR	1
100	Subtotal resto de sectores	BR	2
Tasas de interés			
101	Tasa captación mensual	BR	3
102	Tasa interés externa: <i>prime rate</i>	BR	3
103	Tasa interés de colocación Banco República	BR	1
104	Tasa interés de colocación total	BR	1
105	Tasa intervención Banco República	BR	1
106	Tasa interés de colocación sin tesorería	BR	1

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B

El Cuadro B1 contiene la información del número de rezagos según el criterio de selección. Finalmente, se usaron tres rezagos dado que para este valor el modelo es robusto y consistente en la evaluación de los supuestos sobre los residuales.

Cuadro B1. Criterios de selección de rezagos

Criterio	LR	FPE	AIC	SC	HQ
Número de rezagos	4	4	4	0	1

LR: *Likelihood-ratio test*. FPE: *Final Prediction Error*. AIC: Criterio de información Akaike. sc: Criterio de información Schwarz. HQ: Criterio de información Hannan-Quinn. Cálculos propios.

El Cuadro B2 muestra la prueba de autocorrelación (test LM) sobre los residuales.

Cuadro B2. Prueba de autocorrelación (LM test).

Periodo	LM-Stat	p-valor
1	90.66442	0.2168
2	101.2483	0.0635
3	85.36873	0.3485
4	76.42332	0.6232
5	87.00057	0.3042
6	60.50108	0.9570
7	73.13939	0.7210

Nota: Hipótesis nula: no existe correlación en los residuales. Cálculos propios.

Tabla A3. Pruebas de normalidad

	Estadístico	p-valor
Prueba de Normalidad (Jarque-Bera)	25.46107	0.1127

Nota: Hipótesis nula test de Normalidad: Normalidad en los errores.

Cálculos propios.

Tabla A4. Pruebas de heterocedasticidad

	Chi-sq	p-valor
Prueba de Heterocedasticidad de White	0.57	0.2718

Nota: hipótesis nula test de Heterocedasticidad: los errores son homocedasticos.

Cálculos propios.