



Los precios del petróleo y la complejidad de la canasta exportadora: la paradoja del caso colombiano*

Christian Andrés Palencia Hernández^a ■ Jesús Cristóbal Ruiz Torres^b ■ Andrés Daniel Aníbal Godoy Ortiz^c

Resumen: El objetivo de este artículo es establecer el efecto de la caída de los precios del petróleo en la complejidad o intensidad tecnológica de la canasta exportadora de Colombia, especialmente en las exportaciones industriales. Para ello, se desarrollaron tres análisis cuantitativos: i) un análisis descriptivo a través de la Matriz de Contabilidad Social, ii) la estimación de la función impulso-respuesta de un modelo VAR estructural entre la tasa de cambio y las exportaciones industriales y iii) el cálculo de los indicadores PRODY y EXPY como una aproximación para valorar la desmejora en la complejidad de la canasta exportadora colombiana. Los resultados encontrados en este artículo señalan que la caída de los precios del crudo a nivel mundial afectó negativamente —en contra de la intuición económica— la complejidad de la canasta exportadora nacional. Esto, fundamentado en que el aparato productivo colombiano es altamente dependiente de las importaciones de bienes de capital y de consumo intermedio para la producción de bienes manufacturados de mayor complejidad tecnológica. Como resultado de la depreciación del peso colombiano respecto al dólar americano, las importaciones se vieron afectadas, lo que repercutió a su vez en las exportaciones de bienes de mayor complejidad.

Palabras clave: choque externo; desindustrialización; bienes de capital; importaciones; complejidad de las exportaciones

Recibido: 30/09/2020.

Aceptado: 18/05/2021.

* Artículo de investigación.

a Magíster en Ciencias Económicas, economista, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: capalenciah@unal.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2618-2311>

b Docente de cátedra, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. Magíster en Ciencias Económicas, economista, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: jecruizto@unal.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8797-6617>

c Candidato a magíster en Ciencias Económicas, economista, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: aagodoyo@unal.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2089-4406>

Disponível em linha: 06/10/2021.

Cómo citar: Palencia Hernández, C. A., Ruiz Torres, J. C., & Godoy Ortiz, A. D. A. (2021). Los precios del petróleo y la complejidad de la canasta exportadora: la paradoja del caso colombiano. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 29(2), 167-196. <https://doi.org/10.18359/rfce.5304>

Código JEL: F14, F41, L16, O14, Q33.

Oil Prices and the Complexity of the Export Basket: the Paradox of the Colombian Case

Summary: The objective of this article is to establish the effect of the fall in oil prices related to the complexity or technological intensity of the Colombian export basket, especially in industrial exports. To achieve this, three quantitative analyses were developed: i) a descriptive analysis through the Social Accounting Matrix, ii) the estimation of the impulse-response function of a structural VAR model between the exchange rate and industrial exports and iii) the calculation of the PRODY and EXPY indicators as an approximation to assess the change in the complexity of the Colombian export basket. The results found, indicate that the fall in oil prices around the world negatively affects —contrary to economic intuition— the complexity of the domestic export basket, since the Colombian production apparatus is highly dependent on capital goods imports and intermediate consumption for the production of greater technological complexity manufactured goods. As a result of the depreciation of the Colombian peso against the U.S. dollar, imports were affected, which in turn had an impact on greater complexity goods exports.

Keywords: external shock; deindustrialization; capital goods; imports; complexity of exports

Preços do petróleo e a complexidade da pauta de exportação: o paradoxo do caso colombiano

Resumo: O objetivo deste artigo é estabelecer o efeito da queda dos preços do petróleo sobre a complexidade ou intensidade tecnológica da pauta exportadora colombiana, especialmente nas exportações industriais. Para tanto, foram desenvolvidas três análises quantitativas: i) uma análise descritiva por meio da Matriz de Contabilidade Social, ii) a estimação da função impulso-resposta de um modelo VAR estrutural entre a taxa de câmbio e as exportações industriais e iii) o cálculo do PRODY e do EXPY como aproximação para avaliar a deterioração da complexidade da pauta exportadora colombiana. Os resultados encontrados neste artigo indicam que a queda dos preços do petróleo bruto em nível mundial afetou negativamente — ao contrário da intuição econômica — a complexidade da pauta de exportação nacional. Tudo isso, com base no fato de que o aparelho produtivo colombiano é altamente dependente da importação de bens de capital e do consumo intermediário para a produção de bens manufaturados de maior complexidade tecnológica. Como resultado da desvalorização do peso colombiano em relação ao dólar norte-americano, as importações foram afetadas, o que por sua vez impactou as exportações de bens mais complexos.

Palavras-chave: choque externo; desindustrialização; bens de capital; importações; complexidade das exportações

Introducción

Entre el 2003 y el 2014, Colombia, al igual que muchas economías en desarrollo, había disfrutado de un precio del petróleo excepcionalmente alto, factor que contribuyó al crecimiento económico durante este periodo. Sin embargo, entre julio de 2014 y febrero de 2016, el precio del petróleo experimentó una caída pronunciada que trajo consigo una fuerte devaluación de la moneda nacional. En junio de 2014 el precio del crudo (WTI) y la tasa de cambio se situaban alrededor de 103,6 dólares y 1.857,6 COP, respectivamente. Seis meses después, en enero de 2015, estos valores cambiaron drásticamente, de tal manera que el precio del crudo y la tasa de cambio estaban aproximadamente a 47,2 dólares y 2.395 COP. Si bien este choque en los precios del crudo trajo consigo una fuerte caída de los ingresos fiscales de la nación, tanto la literatura como los analistas económicos vaticinaron que era cuestión de tiempo para que el desplome de los precios del petróleo y la depreciación del peso colombiano tuvieran un impacto positivo sobre la producción nacional, motivo de la recomposición de las exportaciones, dado que exportar resultaría más rentable. “La depreciación del peso colombiano aumentará temporalmente la inflación, pero también contribuirá al crecimiento mediante un aumento gradual de las exportaciones de manufacturas y productos agrícolas” (OCDE, 2015, p. 30).

El objetivo principal de este documento es mostrar que, contrario a las predicciones económicas tradicionales, la caída del precio del petróleo no tuvo un efecto positivo sobre la complejidad (intensidad tecnológica) de la canasta exportadora colombiana. El aparato productivo colombiano es altamente dependiente de las importaciones de bienes de capital y de consumo intermedio para la producción de bienes manufacturados de mayor complejidad tecnológica.

La hipótesis formulada en este artículo sostiene que la estructura del aparato productivo colombiano no solo limitó el incentivo positivo que generaba la devaluación, sino que provocó el efecto contrario sobre las exportaciones de mayor complejidad, esto, por la caída de las importaciones de bienes intermedios y de capital.

Para demostrar esta hipótesis se acudió: i) al análisis de la Matriz de Contabilidad Social, ii) a la función impulso-respuesta de un modelo VAR estructural entre la tasa de cambio y las exportaciones industriales y iii) al cálculo de los indicadores *PRODY* y *EXPY*, como una aproximación para valorar una posible desmejora en la complejidad de la canasta exportadora colombiana. El periodo de análisis se concentra alrededor del punto de inflexión en el que cambia la tendencia del precio de los *commodities*, es decir, el segundo semestre de 2014 y hasta finales de 2018.

La relevancia de este cuestionamiento y sus posibles respuestas, más allá de ser un tema coyunturalmente interesante, se justifica en la apremiante necesidad de entender cuáles elementos estructurales son dinamizadores de crecimiento económico, especialmente para los países en vía de desarrollo. Así como lo han definido reconocidos autores, como Ocampo y Martínez Ortiz (2011) y Hausmann (2015, 26 de noviembre), un país es lo que exporta.

Este documento se divide en seis secciones, con esta introducción como la primera de ellas. En la segunda sección se hace una revisión de la literatura existente y se establecen ciertas consideraciones teóricas que serán fundamentales para el documento. En la tercera sección se describen los datos y la metodología con la que se pretende comprobar la hipótesis. En la cuarta sección se desarrollan el análisis y los resultados; se lleva a cabo i) el análisis descriptivo de la composición del aparato productivo industrial colombiano a partir de la Matriz de Contabilidad Social (llamada *MCS* en el texto), ii) una estimación del efecto de una devaluación de la tasa de cambio sobre las exportaciones industriales a partir de una función impulso-respuesta originada en un modelo *SVAR* y iii) el cálculo de los indicadores *PRODY* y *EXPY* como herramientas para estimar los cambios en la complejidad de la canasta exportadora colombiana. En la quinta sección se hace una discusión de los resultados obtenidos. Finalmente, se establecen las conclusiones.

Estado del arte

Existe bastante literatura sobre la relación entre el sector exportador y el crecimiento económico (Feenstra, 1990; Grossman y Helpman, 1990;

Romer, 1990). Así pues, se afirma que las exportaciones incrementan la productividad factorial por medio de las economías de escala y de otras externalidades, como transferencia de tecnología o de capacitación a trabajadores, lo cual aumenta la capacidad productiva de la economía (López Valenzuela *et al.*, 2015). Estos canales de transmisión fueron empíricamente probados, por lo que se encontró una relación significativa entre el crecimiento económico y un sector exportador robusto (Bhagwati, 1978; Feder, 1983).

La literatura ha detallado, sin embargo, que son los bienes de mayor valor agregado, esto es, con mayores niveles de requerimientos tecnológicos, los que fomentan el crecimiento económico. Actividades económicas intensivas en tecnología ofrecen mejores proyecciones de crecimiento porque tienden a ser altamente elásticas al ingreso, crean fácilmente nuevas demandas y la tasa de cambio tecnológica es más alta, lo que requiere altos niveles de inversión (Lall, 2000). Este canal de transmisión ha sido profundizado al incluir la relación entre una canasta de exportación más compleja y una menor volatilidad de la tasa de cambio. Por ejemplo, canastas muy concentradas en la exportación de *commodities* hacen que el mercado cambiario esté sujeto a las volatilidades de los precios de estos bienes (Martínez Ortiz, 2011), mientras que bienes de producción agrícola suelen ser inelásticos al ingreso, lo que ocasiona un deterioro de los términos de intercambio (Bértola y Ocampo, 2010).

Respecto a los efectos de la tasa de cambio, la literatura económica ha señalado la conocida condición de Marshall-Lerner y la llamada enfermedad holandesa. La condición de Marshall-Lerner establece que una depreciación de la tasa de cambio conlleva una balanza comercial más superavitaria. Mientras que la enfermedad holandesa denota un fenómeno por el cual un *boom* en la exportación de un bien no convencional (normalmente minero-energético) provoca una revaluación considerable de la tasa de cambio, de modo que se desestimula y se afecta la producción de otros bienes exportables (Van Wijnbergen, 1984). A lo anterior, autores como Grancay *et al.* (2015) añaden que, para las economías con un sector primario con alta participación en la canasta exportadora en tiempos de precios estables, centrar esfuerzos en la exportación de bienes sofisticados genera un mayor crecimiento económico en el futuro. Por estas apreciaciones, la discusión sobre qué tipo de bienes exporta un país es relevante.

La cuestión de la complejidad de los bienes que componen la canasta exportadora ha sido abordada de diferentes formas, principalmente, por medio de la intensidad tecnológica asociada. Lall (2000) desarrolló una estrategia de clasificación de los productos de acuerdo con su nivel tecnológico que denota la intensidad de capital y la necesidad de mano de obra especializada. Se estipulan cinco grupos y diez subgrupos de productos, que se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de Lall (2000), complejidad de mercancías

Grupo	Subgrupo	Descripción
Bienes primarios	Bienes primarios	Procedentes de la extracción directa de la naturaleza, utilizados como materia prima elemental para la elaboración de otros productos que no involucran ningún nivel de procesamiento.
Basados en recursos	Agropecuarias	Poseen tecnología intensiva en mano de obra, su valor agregado es bajo y se elaboran a partir de la disponibilidad de recursos naturales.
	Otras	
Baja tecnología	Textiles, vestuario, calzado	Poseen características similares en su tecnología. No se exige mano de obra especializada en su elaboración y mantienen cierto grado de armonía entre el uso de tecnologías intensivas de capital y de mano de obra.
	Otros productos	
Tecnología media	Automóviles	Productos que exigen mano de obra especializada y tecnologías intensivas de escala en bienes de capital y productos intermedios mayoritarios.
	Proceso	
	Ingeniería	

Grupo	Subgrupo	Descripción
Alta tecnología	Electrónica	Incorporan procesos avanzados y presentan cambios tecnológicos continuos en los que se requieren altos niveles de inversión, tanto para tecnologías intensivas de capital como para mano de obra especializada.
	Otras	

Fuente: Elaboración propia basado en Lall (2000).

A manera general, es fácil observar que los productos industriales son más complejos y la complejidad se va incrementando al aumentar la intensidad en conocimiento. Medir la complejidad es, sin embargo, difícil, si se considera la diversidad de bienes y servicios existentes, así como las diferenciaciones por país entre bienes del mismo tipo. Por ello, autores como Hausmann *et al.* (2007) miden la intensidad de conocimiento requerido en la producción de las mercancías al observar qué países exportan ese bien y cuál es la participación de este en sus canastas exportadoras. En este sentido, desarrollaron los indicadores *PRODY* y *EXPY*, que reflejan el grado de complejidad que posee un bien exportado y la complejidad general de la canasta exportadora de una nación, respectivamente. A partir de esta metodología, entre los trabajos más destacados se encuentran Saadi (2012) con *Export Sophistication and the Terms of Trade of the Developing and Emerging Countries*, Nyarko (2013) con *Sustaining High Economic Growth in Sub-Saharan Africa: Knowledge and the Structure of the Economy*, Grancay *et al.* con *What You Export Matters: Does It Really?*, Carbone *et al.* (2015) con *Italian Agri-food Exports in the International Arena*, Monteiro Da Silva y Novaes Dias (2016) con *Evaluation of technological intensity of exports in the forestry sector* y Odilova (2018) con *Intelligence and export sophistication: A cross-country test*. En lo que respecta al rol de las importaciones, algunos autores han señalado que el canal de transmisión principal entre la apertura comercial y el crecimiento de largo plazo son las importaciones de capital, en contraposición con la hipótesis previamente planteada, en la que se supone que el crecimiento es impulsado principalmente por las exportaciones. Rodrik *et al.* (1995) señalan que el crecimiento acelerado, observado en los países del este asiático, fue causado por el crecimiento de la inversión y que el auge exportador fue una consecuencia de ello. Thangavelu y Rajaguru (2004) encuentran que no hay efecto causal de las exportaciones sobre el crecimiento de la productividad

laboral en Hong Kong, Indonesia, Japón, Taiwán y Tailandia, mientras que las importaciones sí mostraron efectos causales sobre el crecimiento de la productividad en India, Indonesia, Malasia, Filipinas, Singapur y Taiwán. Esto sugiere que no hay aumentos en la productividad guiados por las exportaciones, sino por las importaciones. Herreras y Orts (2013) encuentran que las importaciones de bienes de capital fueron el factor determinante en el crecimiento de largo plazo de China. Khalifa (2019) afirma que, al analizar un conjunto de países semi-industrializados, se observa que la contribución de las exportaciones al crecimiento es implícitamente la de la importación de bienes intermedios y de capital. Carrasco y Tovar-García (2020), haciendo uso de un panel de 19 países emergentes, encuentran que la relación entre crecimiento económico y la composición y diversificación de las exportaciones no es significativa, mientras que la importación de bienes de capital y de alta tecnología está positivamente asociada con el crecimiento económico. Karabulut (2020) examina la relación causal entre exportaciones e importaciones y termina por afirmar que las importaciones de bienes intermedios y de capital han sido el factor clave del desarrollo económico de Turquía. Xie y Baek (2020) encuentran que, contrario al conocimiento “convencional”, la devaluación de la moneda nacional desalienta las exportaciones en los países de la asociación de naciones del sudeste asiático. Patrick (2019) encuentra el mismo fenómeno en los países africanos productores de petróleo.

Metodología

Técnica estadística

Considerando la discusión anterior, este artículo le aporta al explotar las características del caso colombiano. En este, un choque exógeno sobre la

tasa de cambio, particularmente una devaluación (provocada por la caída de los precios del petróleo), puede afectar negativamente la complejidad de las exportaciones por la disminución de importaciones y sus efectos sobre la productividad.

El artículo busca dar cuenta de lo anteriormente descrito a través de tres metodologías:

- Se requiere establecer la dependencia de las importaciones del aparato productivo industrial colombiano y, para ello, se hará uso del sistema de cuentas nacionales, particularmente, la MCS.
- Una vez se pueda establecer la dependencia a las importaciones, y considerando que las exportaciones industriales son más complejas que las agrícolas o minero-energéticas, puede modelarse un orden causal y así realizar una función impulso-respuesta para dimensionar el tamaño y el signo del efecto de un choque de la tasa de cambio sobre las exportaciones industriales.
- Considerando la diversidad de productos que existen y dando cuenta que exportaciones industriales es una categoría muy general, de forma complementaria y siguiendo a Hausmann *et al.* (2007), se calculan los indicadores PRODY y EXPY

para encontrar si existen cambios en el nivel de complejidad de la canasta exportadora.

Análisis descriptivo y la Matriz de Contabilidad Social

Para establecer la dependencia de las importaciones de bienes de capital y la producción y exportación de bienes de mayor complejidad, se hace uso de la Matriz de Contabilidad Social (MCS). La MCS es una tabla que contiene datos macro de aspectos estructurales de la economía, la distribución y la afluencia de recursos entre las diferentes instituciones, grupos y actividades económicas. Señala las relaciones intersectoriales y el flujo de ingresos y gastos (Fernández-Macho y González Casimiro, 2004). La MCS se basa en el principio de doble partida: se registran las transacciones que tienen lugar entre los diferentes agentes económicos (empresas, hogares, gobierno, resto del mundo, factores de producción, etc.). Es una matriz en la cual las columnas representan los gastos de los agentes y las filas representan los ingresos, por lo que el dato representa los ingresos de *i* por los gastos de *j* (ver Figura 1).

Figura 1. Representación de una Matriz de Contabilidad Social

		Gastos							
		2		4	Factores		6	8	
		Actividades	Mercancías	Familias	Trabajo	Capital	Gobierno	Resto mundo	Ahorro/inversión
Rentas	1a		Tabla de oferta				Subsidios		
	1b	Tabla de destino		Consumo familiar			Subsidios	Exportaciones	Formación bruta de capital
	3				Renta salarial residentes	Renta capital empresas			
	Factores	Trabajo	Sueldos y salarios beneficios						
		Capital							
	5	Gobierno	Impuestos netos producción	Impuestos netos productos	Impuestos directos				
	7	Resto mundo		Importaciones					
	9	Ahorro/inversión			Ahorro familias			Ahorro público	Inversión extranjera

Fuente: Tomado de Fernández-Macho y González Casimiro (2004, p. 138).

El DANE desarrolla una matriz de contabilidad social utilizando la clasificación CIU cada cinco años, siendo la última aquella del año 2015. La frecuencia de esta matriz se debe a que la interrelación de los agentes a nivel macroeconómico no tiene grandes cambios en periodos más cortos, inercialmente los sistemas productivos tienen la misma composición de un año para otro.

Análisis función impulso-respuesta derivado de Modelo SVAR

Los modelos autorregresivos (AR) pueden denotarse, de manera general, como modelos en los

que valores rezagados de la variable de interés son variables explicativas. De manera análoga, los modelos VAR (Vector Autorregresivo) caracterizan interacciones simultáneas y rezagadas entre un grupo de variables. A su vez, los modelos VAR son la forma reducida de un modelo estructural o SVAR, por sus siglas en inglés. Estos últimos son modelos de ecuaciones simultáneas en los cuales las variables dependientes son funciones entre sí, es decir, se determinan contemporáneamente de forma conjunta. Obsérvese el siguiente conjunto de ecuaciones simultáneas, para las que, por facilidad (pero sin pérdida de generalidad), se consideró un solo rezago de las variables:

$$y_{1t} = \alpha_{10} + \alpha_{11}y_{2t} + \alpha_{12}y_{1t-1} + \alpha_{13}y_{2t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$y_{2t} = \alpha_{20} + \alpha_{21}y_{1t} + \alpha_{22}y_{1t-1} + \alpha_{23}y_{2t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Al reescribir estas ecuaciones de manera matricial, se puede definir el modelo en su forma

estructural o SVAR (1) y en su forma reducida o VAR (3):

$$A Y_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{con } \varepsilon_t \sim (0, \Sigma \varepsilon) \quad (1)$$

$$Y_t = A^{-1} \Gamma_0 + A^{-1} \Gamma_1 Y_{t-1} + A^{-1} \varepsilon_t \quad (2)$$

$$Y_t = B_0 + B_1 Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

El modelo VAR, si bien puede ser fácilmente calculado y tener utilidad predictiva, no resulta adecuado para realizar inferencia. Los parámetros individuales de regresión del modelo VAR no especifican correctamente las relaciones entre las variables y, por ello, poca utilidad tiene su interpretación. Esto puede corregirse a través del modelo SVAR, no obstante, lo anterior implica identificar

la matriz A^{-1} , la inversa de la matriz de relaciones contemporáneas, lo que normalmente solo es posible acudiendo a la teoría económica.

Por otro lado, la función impulso-respuesta parte de considerar la representación de Wold de un modelo VAR(p), que indica que todo modelo autorregresivo puede ser representado a través de un modelo de medias móviles (MA).

$$Y_t = B_1 Y_{t-1} + \dots + B_p Y_{t-p} + u_t \quad (4)$$

$$Y_t = u_t + \Phi_1 u_{t-1} + \Phi_2 u_{t-2} + \dots \quad (5)$$

donde $\Phi_s = \sum_{j=1}^s \Phi_{s-j} A_j \quad \Phi_0 = I_K$

Si se consideran las ecuaciones (2) y (3), se tiene que $u_t = A^{-1}\varepsilon_t$, por tanto, se puede

deducir el modelo estructural de meda móvil (SMA):

$$Y_t = A^{-1}\varepsilon_t + \Phi_1 A^{-1}\varepsilon_{t-1} + \Phi_2 A^{-1}\varepsilon_{t-2} + \dots \tag{6}$$

$$Y_t = \Theta_0\varepsilon_t + \Theta_1\varepsilon_{t-1} + \Theta_2\varepsilon_{t-2} + \dots$$

en el cual las matrices Θ dan las respuestas de Y ante impulsos en ε_t (innovaciones estructurales). Siguiendo la terminología de Lütkepohl (2005), en este documento se utiliza el modelo A para estimar la matriz A^{-1} . Se elige llevar a cabo una descomposición de la matriz $\Sigma u = E[u_t u_t^T] = A^{-1} \Sigma \varepsilon A^{-T}$, donde $\Sigma \varepsilon$ es una matriz diagonal de elementos positivos y A^{-1} es una matriz triangular inferior de diagonal unitaria. Este tipo de descomposición es sensible al orden las variables, es decir, es importante saber qué variable es y_{1p} , y_{2p} , y_{3p} , etc. Se acude entonces al orden causal de Wold, por el cual las variables se organizan de la más a la menos exógena. A lo largo del artículo se señalará por qué, al considerar la teoría económica, el procedimiento previamente ilustrado resulta adecuado para determinar A^{-1} .

Varios trabajos recientes sobre comercio internacional han hecho uso de esta técnica de análisis de datos. Entre los más destacados se encuentran Jumono *et al.* (2021) con *The Dynamics of Economic Growth in Underdeveloped Regions: A Case Study in Indonesia*, Lebari y Didi (2021) con *Markov-Switching Vector Autoregressive Modelling (Intercept Adjusted) Application to International Trade and Macroeconomic Stability in Nigeria*, Juráček (2021) con *German Exports: Impact on the Selected EU Countries*, Saka (2021) con *Oil Price Behaviour, Exchange Rate Movement and the COVID-19 Pandemic In Nigeria: Analysis of the First Three Quarters of 2020*, Raghavan *et al.* (2021) con *Trade Shocks and Resiliency* y Rodríguez Benavides y López Herrera (2019) con *Efectos de la incertidumbre de los precios del petróleo en el crecimiento económico de México*.

Indicadores de complejidad PRODY y EXPY

Como una aproximación para medir una desmejora en la complejidad de la canasta exportadora

colombiana, se calculan los indicadores PRODY y EXPY siguiendo la metodología desarrollada por Hausmann *et al.* (2007).

El PRODY es un indicador que adjudica a cada bien comercializado en el mercado internacional un valor que permite asociarlo con cierto nivel de complejidad. Este valor se obtiene a través de una ponderación del producto interno bruto (PIB) per cápita de los países que exportan el bien, es decir, asocia un nivel de ingreso a un producto. Lo anterior, bajo la consideración de que los países más ricos exportan bienes de mayor complejidad. Matemáticamente se expresa:

$$PRODY_k = \sum_j \frac{\left(\frac{x_{jk}}{X_j}\right)}{\sum_j \left(\frac{x_{jk}}{X_j}\right)} Y_j \tag{7}$$

Se denotan con j los países y con k los bienes X_j , representa el total de exportaciones del país j , mientras que x_{jk} las exportaciones del país j del bien k . Y_j representa el nivel de ingreso del país j . Los ponderadores de Y_j corresponden de alguna forma a la ventaja comparativa revelada de cada país en el producto k (Ocampo y Martínez Ortiz, 2011). Así las cosas, productos con valores altos de PRODY se consideran complejos, pues son los que tienen un mayor peso en la canasta exportadora de los países de alto ingreso.

El EXPY es un indicador que refleja el grado de tecnificación o complejidad de la canasta exportadora de una nación. Este índice se obtiene ponderando los valores PRODY, de acuerdo con la participación de cada bien en la canasta exportadora del país. Por lo tanto, altos valores de EXPY reflejan que un país exporta bienes típicos de países de altos ingresos, lo que se puede asociar con una alta complejidad de su canasta exportadora.

$$EXPY_j = \sum_k \left(\frac{x_{jk}}{X_j} \right) PRODY_k \quad (8)$$

Estos indicadores son útiles para realizar comparaciones entre los países y los productos para un momento determinado de medición. No obstante, por sí solos presentan dificultades para comparar el nivel de complejidad de un país o de un producto con respecto a sí mismo en momentos diferentes del tiempo. Lo anterior sucede porque la variable ingreso, que es el PIB per cápita, crece de forma inercial para la mayoría de los países cada año e influencia positivamente los valores EXPY y PRODY, aún si las ponderaciones se mantienen constantes. Incluso, si para controlar las volatilidades en la tasa de cambio y el efecto inflacionario sobre la medición del PIB se utilizara la metodología de medición de paridad de poder adquisitivo y precios constantes, el crecimiento real de las economías influenciaría positivamente el valor de los indicadores.

De esta manera, si los valores del indicador EXPY y PRODY son sistemáticamente más altos en el último periodo observado con respecto al inicial, los cambios de un año a otro están sesgados hacia arriba, a ser positivos. Por tanto, una desmejora en términos absolutos en el valor EXPY de algún país o PRODY de algún producto puede ser un indicio de una desmejora significativa en el nivel de complejidad asociado, lo que resultaría de interés para este estudio. En este artículo, sin embargo, para permitir un nivel de comparación mayor, se procede también a normalizar los valores EXPY de todos los países para cada año y, luego, a observar el cambio relativo en la posición de cada país con respecto a los demás para determinar, así, si hubo una desmejora o no.

Datos

Para un adecuado análisis de la composición estructural del sector exportador y su relación con las importaciones, es importante contar con un sistema integrado de datos que pueda clasificar actividades, bienes y servicios, así como las interacciones entre ellos. Por tanto, se utilizó la información que el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia ofrece en materia de sector externo.

Así las cosas, se utilizan las clasificaciones CUODE (Clasificación según Uso o Destino Económico), CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) y SA 2012 (Sistema Armonizado 2012). Estas tres clasificaciones están definidas a nivel internacional para brindar comparabilidad de los datos. CUODE distingue el uso de los bienes o servicios, ya sea para formación bruta de capital, consumo intermedio o final. El SA 2012 agrupa los productos de acuerdo con sus similitudes y formas de producción, mientras que CIU agrupa actividades económicas conexas.

Particularmente, la clasificación SA 2012 determina un código para cada producto que fue sujeto de importación o exportación, este código lo agrupa con otros productos de igual naturaleza. Los códigos se componen de seis dígitos, los primeros dos dígitos clasifican el producto dentro de unas categorías generales, los siguientes se clasifican dentro de categorías más específicas. La Tabla 2 ilustra los grandes grupos de actividades a los que pertenece un bien o servicio específico a partir de las dos primeras cifras.

Tabla 2. Clasificación Sistema Armonizado

HS2	Productos
01-05	Productos animales
06-15	Productos agrícolas
16-24	Comestibles
25-27	Productos minerales
28-38	Químicos e industrias próximas
39-40	Plásticos, gomas y cauchos
41-43	Pieles, cueros, etc.
44-49	Madera
50-63	Textiles
64-67	Calzado y sombreros
68-71	Piedras preciosas y vidrio
72-83	Metales
84-85	Maquinaria
86-89	Transporte
90-97	Otros

Fuente: Elaboración propia basado en UN-Comtrade (2020).

Para el análisis de la MCS y el cálculo de los indicadores PRODY y EXPY se hizo uso de estos sistemas de clasificación. Para la función impulso-respuesta, se tomaron, del Banco de la República de Colombia, los datos de TRM promedio, exportaciones e importaciones industriales en millones de dólares FOB, como las variables que componen el modelo SVAR. La periodicidad es mensual, desde enero de 2001 hasta diciembre de 2018.

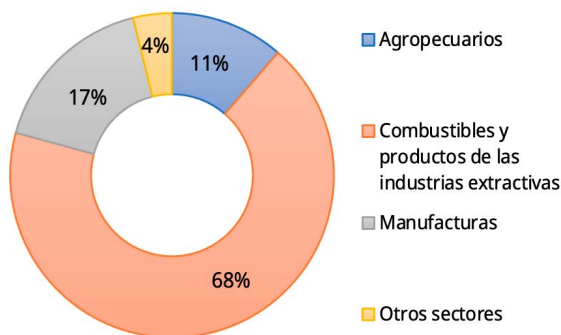
Resultados

Análisis de la composición del aparato productivo industrial

A lo largo de su historia, Colombia ha sido principalmente un país primario exportador. Más de la mitad de las exportaciones se han concentrado en bienes de origen extractivo, seguidos de bienes agrícolas de muy baja complejidad. La participación de bienes manufacturados ha decaído en los últimos años y la complejidad de los productos industriales exportados nunca ha sido de consideración.

Como puede observarse en la Gráfica 1, en el año 2013, el 85% de las exportaciones colombianas eran de carácter primario, el 68% de estas provenían de bienes minero-energéticos. Después del boom de los precios de los commodities que había tenido lugar en la primera década del siglo XX, la estructura de la canasta exportadora colombiana ha estado significativamente concentrada en pocos bienes.

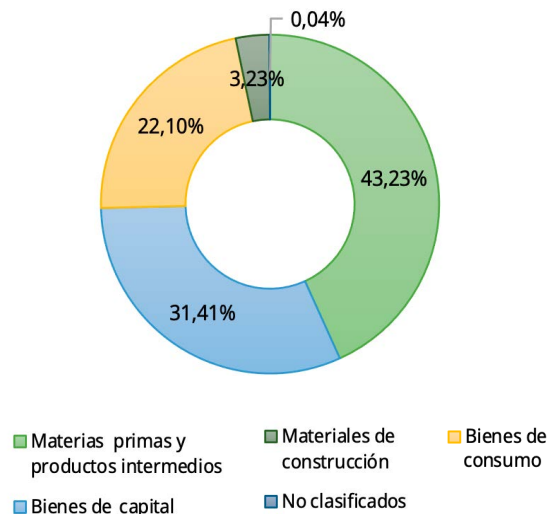
Gráfica 1. Composición de las exportaciones colombianas, 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

En contraposición, del total de 59.381 millones de dólares de importaciones del 2013, 45.614 millones eran productos manufacturados, es decir, el 76% de toda la canasta importadora según datos del DANE (2020). En la Gráfica 2 puede observarse que, al hacer un análisis de las importaciones utilizando la clasificación CUODE, tan solo el 22,1% de los productos importados eran bienes de consumo final. El grueso de las importaciones colombianas eran productos de consumo intermedio y bienes de capital, productos que hacen parte del aparato productivo colombiano y contribuyen a la generación de riqueza del país.

Gráfica 2. Composición de las importaciones colombianas, 2013



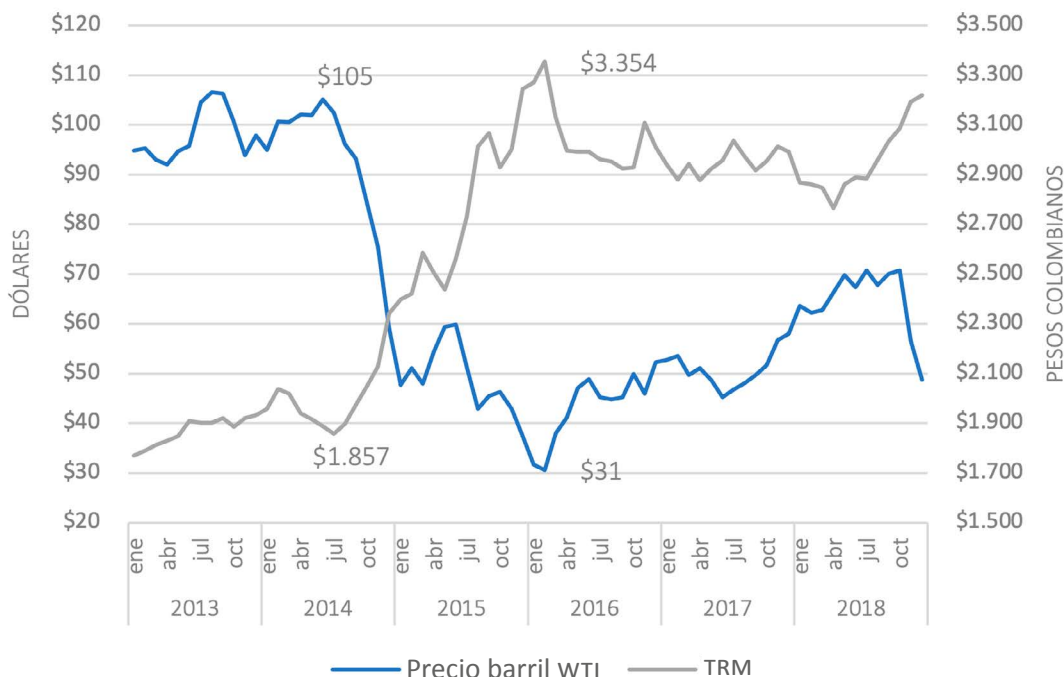
Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

En lo que respecta a la tasa de cambio, ha sido reiteradamente señalado que es característico de los productos primarios, particularmente de aquellos de origen extractivo, poseer demandas inelásticas al precio (Bértola y Ocampo, 2010). Los cambios de oferta se ven reflejados, principalmente, en cambios en los precios y, en menor medida, en las cantidades, de manera que estos mercados son significativamente más volátiles. Una gran cantidad de literatura ha estudiado los efectos de la volatilidad en la tasa de cambio real sobre la inversión y el comercio y su efecto en el crecimiento. En general, se encuentra que la relación es negativa. Autores como Sauer y Bohara (2002) han encontrado

evidencia de esto para diferentes países, especialmente, en América Latina y África. Particularmente en Colombia, la tasa de cambio ha mostrado una gran dependencia del precio del petróleo, así como de otros productos de origen extractivo. En

septiembre de 2014, cuando el precio del petróleo cayó drásticamente, el peso colombiano empezó a devaluarse contiguamente. Como puede observarse en la Gráfica 3, la correlación entre ambas variables es ostensible.

Gráfica 3. Precio del petróleo y tasa representativa del mercado, TRM (2013-2018)



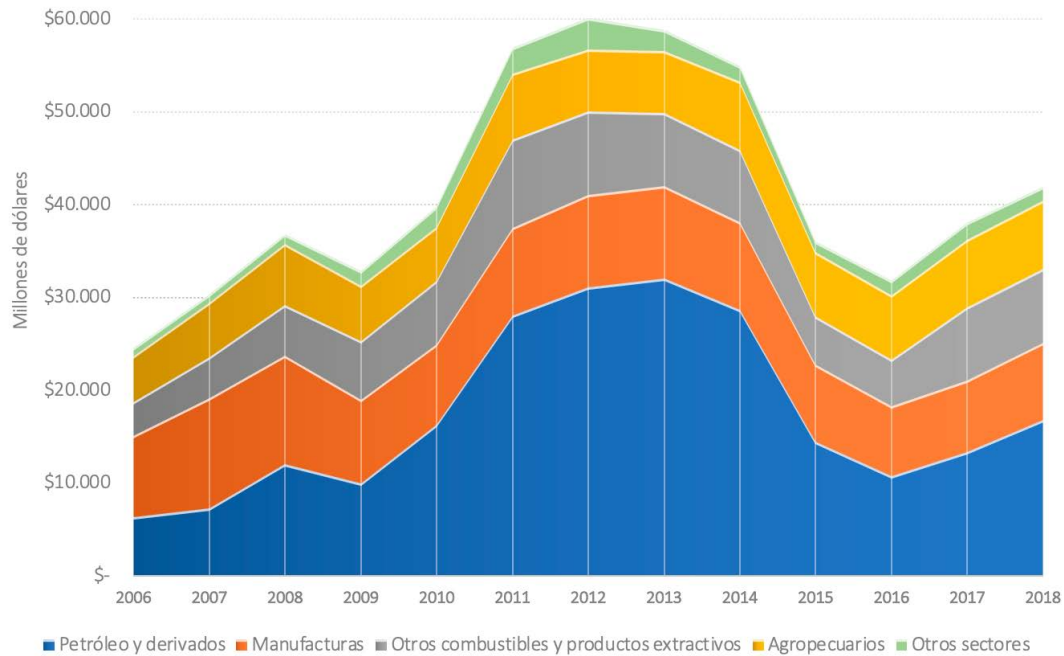
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de la República (s. f.) y Reuters (s. f.).

Es de enfatizar, tal y como se muestra en la Gráfica 3, que la tasa de cambio pasó de un promedio de 1.857 COP en julio de 2014 a 3.354 COP en febrero del 2016, de modo que el peso colombiano sufrió una devaluación de alrededor del 80% entre estos periodos. En general, el 2016 fue el año en el que los efectos de la caída del precio del petróleo tuvieron más impacto sobre la economía colombiana. La caída en la entrada de divisas, producto de las exportaciones, fue significativa. El valor de las exportaciones colombianas de 2013 a 2016 fue de 58.826 a 31.768 millones de dólares, una reducción del 45%. En la Gráfica 4 puede verse que prácticamente toda la reducción fue por la caída del precio de los *commodities*; en 2013, el valor de las exportaciones del país por combustibles y

productos minerales era de alrededor de 39.278 millones de dólares, mientras que, en el 2016, las mismas equivalían tan solo a 14.749 millones de dólares.

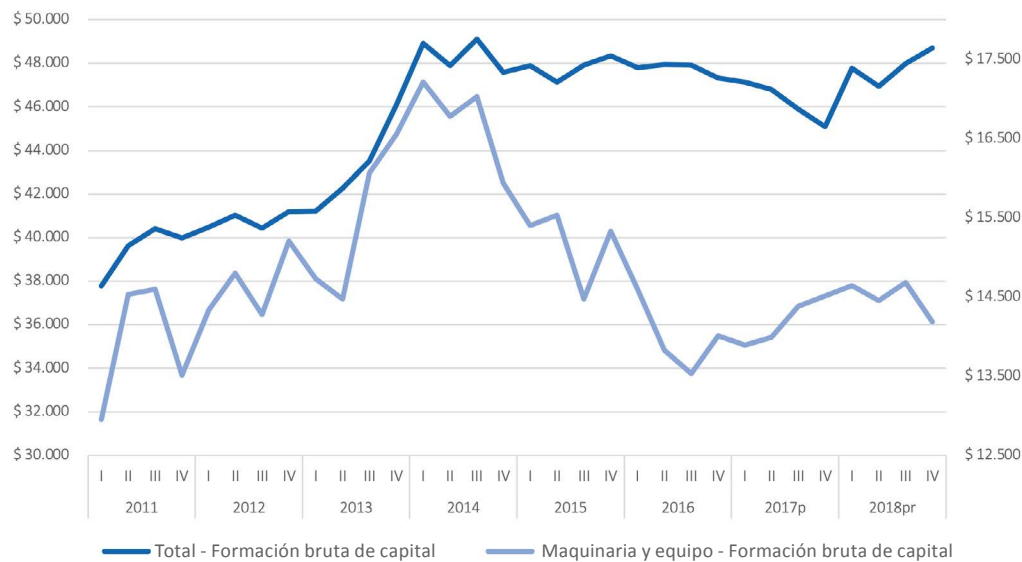
La disminución de la entrada de divisas no solo sucedió a través de la cuenta corriente, sino también a través de la cuenta de capital. La inversión extranjera directa total cayó de 16.210 a 13.848 millones de dólares entre 2013 y 2016. No obstante, es importante señalar que en 2016 tuvo lugar la venta de una empresa pública (Isagen) por un valor cercano a los 2.000 millones de dólares. Por tanto, de no haber tenido lugar este hecho, los flujos de inversión extranjera usuales hubieran sido significativamente menores para ese año.

Gráfica 4. Valor y composición de las exportaciones, (2006-2018)



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

Gráfica 5. Formación bruta de capital, (2011-2018)



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

Esta caída repentina en los flujos de divisas se ajustó vía inversión. Como puede notarse en la Gráfica 5, después del tercer trimestre de 2014, la formación bruta de capital presentó una caída palpable, siendo mucho más pronunciada la formación de capital relacionada con maquinaria y equipos.

Al hacer uso de la matriz de contabilidad social calculada por el DANE, se observa que, del porcentaje de mercancías utilizadas como consumo intermedio, tan solo el 14% proviene de importación y, de aquellas utilizadas para formación bruta de capital, solo el 18% proviene del exterior. No obstante,

esta proporción es desigual entre actividades económicas. Como puede observarse en la Tabla 3, al analizar la composición del origen de la oferta de mercancías para consumo intermedio y formación

bruta de capital según CIU, las mercancías de origen importado tienen una mayor participación a medida que la actividad económica implica mayor conocimiento tecnológico.

Tabla 3. Origen de la oferta de productos de consumo intermedio y formación bruta de capital

CIU	Actividad económica demandante	Oferta consumo intermedio		Oferta formación bruta de capital		
		Origen nacional	Origen importado	Origen nacional	Origen importado	
A	001 - 002, 004 - 008, 013	Agricultura y actividades de servicios conexas (excepto cultivo permanente de café)	90.2%	9.8%	77.3%	22.7%
	003	Cultivo permanente de café	98.4%	1.6%	98.1%	1.9%
	009 - 012	Ganadería	94.2%	5.8%	97.8%	2.2%
	014, 015	Silvicultura y extracción de madera	97.5%	2.5%	93.8%	6.2%
	016	Pesca y acuicultura			99.4%	0.6%
B	017	Extracción de carbón de piedra y lignito	94.6%	5.4%	96.1%	3.9%
	018	Extracción de petróleo crudo y gas natural	95.6%	4.4%	98.1%	1.9%
	019	Extracción de minerales metálicos	57.1%	42.9%	99.4%	0.6%
	021; 022	Actividades de apoyo para actividades de explotación de minas y canteras	87.5%	12.5%	99.6%	0.4%
C	023; 024; 025	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de bovinos, bufalinos, porcinos y otras carnes	96.1%	3.9%	90.5%	9.5%
	026	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	94.5%	5.5%	59.2%	40.8%
	027	Elaboración de productos lácteos	92.3%	7.7%	94.5%	5.5%
	029	Elaboración de productos de café	99.6%	0.4%	95.4%	4.6%
	034	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos; elaboración de otros productos alimenticios (platos preparados y conservados mediante enlatado o congelado, elaboración de sopas y caldos en estado sólidos, polvo o instantáneas, entre otros)	81.3%	18.7%	85.2%	14.8%
	037	Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles	66.1%	33.9%	61.2%	38.8%
	038	Confección de prendas de vestir	74.6%	25.4%	69.9%	30.1%
	039	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares	55.4%	44.6%	73.9%	26.1%
	047	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	76.1%	23.9%	47.8%	52.2%
048	Fabricación de productos de caucho y de plástico	45.2%	54.8%	65.0%	35.0%	

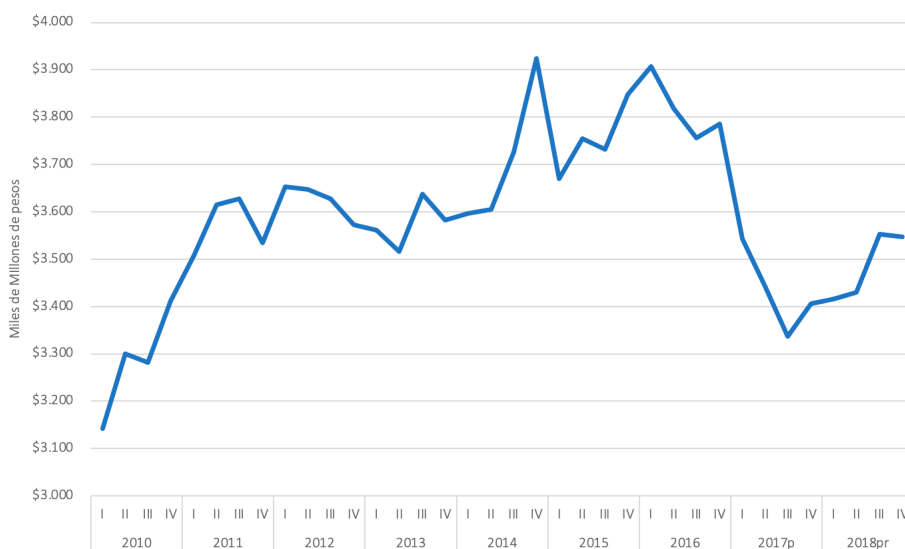
CIIU	Actividad económica demandante	Oferta consumo intermedio		Oferta formación bruta de capital	
		Origen nacional	Origen importado	Origen nacional	Origen importado
050; 051	Fabricación de productos metalúrgicos básicos; fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	14.4%	85.6%	52.9%	47.1%
052	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico; fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	1.3%	98.7%	35.0%	65.0%
053; 057	Fabricación de maquinaria y equipo; instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	10.4%	89.6%	66.4%	33.6%
054	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques; fabricación de otros tipos de equipo de transporte	33.6%	66.4%	40.0%	60.0%
055	Fabricación de muebles, colchones y somieres	88.7%	11.3%	82.2%	17.8%
056	Otras industrias manufactureras	28.7%	71.3%	45.1%	54.9%

Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

A medida que la actividad económica implica un mayor grado de complejidad, mayor es la dependencia de Colombia en la importación de mercancías para la producción de bienes y servicios. Esta profunda integración que revela la Matriz de Contabilidad Social sobre la integración de los sistemas productivos y las importaciones colombianas

permite deducir fácilmente lo vulnerable que es el país a cambios pronunciados de la tasa de cambio. Por ejemplo, la Gráfica 6 muestra que la producción interna bruta de Colombia en los bienes con más alta dependencia de productos importados —código CIIU C050-056— cayó considerablemente después de la caída de los precios de los hidrocarburos.

Gráfica 6. Producción interna bruta de Colombia en bienes manufacturados (CIIU C05), (2010-2018)

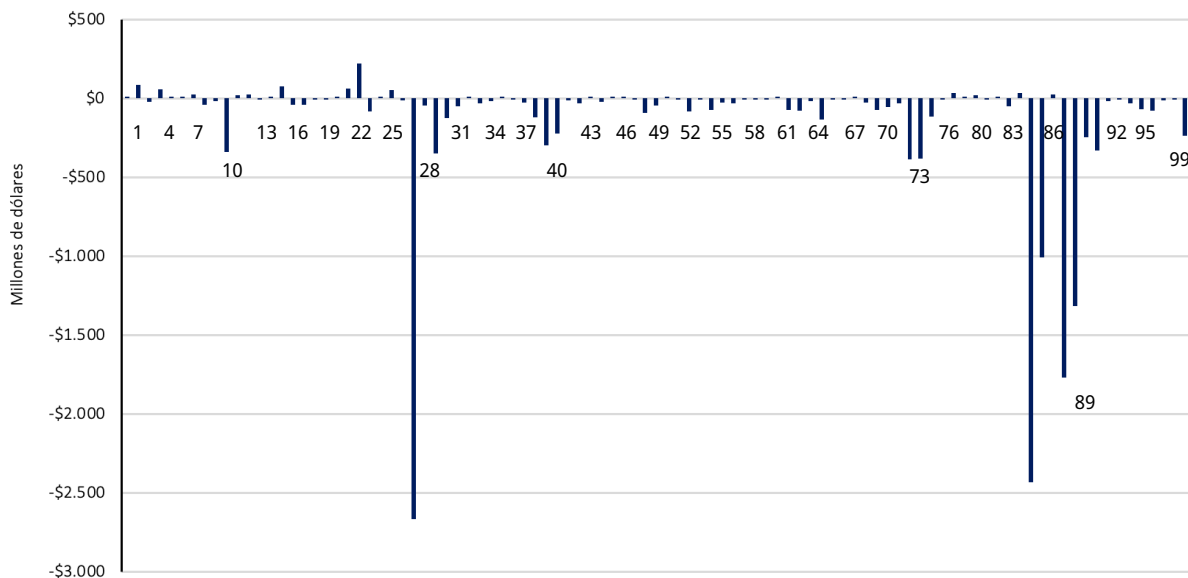


Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

Este hecho puede contrastarse claramente con la variación que sufrieron las importaciones en el periodo 2013-2018, durante el cual las importaciones de maquinaria, productos eléctricos y de transporte cayeron significativamente más que otros productos de importación. Para denotar lo anterior, en la Gráfica 7 puede observarse cuál ha sido la variación de

las importaciones colombianas por tipo de producto. Para esto, se ubica en el eje horizontal la clasificación del Sistema Armonizado (SA) a dos dígitos de menor a mayor. Los códigos quedan agrupados por las clasificaciones previamente expuestas en la Tabla 2, de manera que así se puede advertir la variación entre estos dos años por naturaleza del producto.

Gráfica 7. Variación de las importaciones de Colombia por producto según la clasificación SA, (2013-2017)



Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

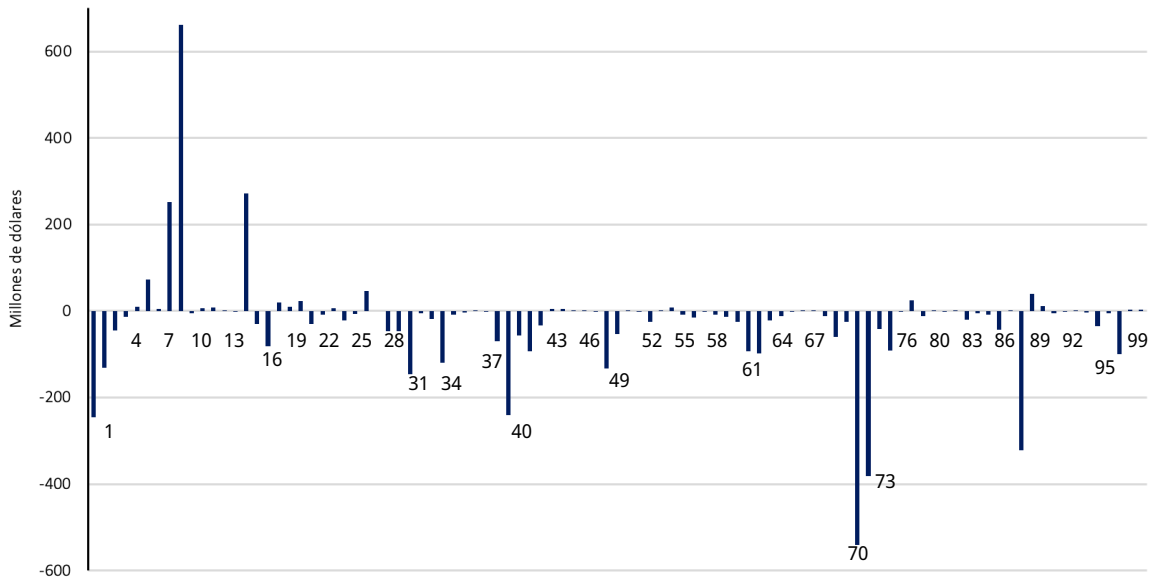
Como sería de esperar, el volumen de importaciones de todos los bienes sufrió disminuciones o apenas ligeros aumentos. No obstante, puede observarse una caída severa y desigual en: (i) productos minerales (SA: 25-27), debido a la entrada en operación de la planta Reficar en 2015, que disminuyó las importaciones colombianas de petróleo refinado; (ii) maquinaria/productos electrónicos (SA: 84-85) y (iii) productos de transporte (SA: 86-89).

La caída en la importación de máquinas, productos eléctricos y de transporte tuvo efectos negativos sobre la formación bruta de capital, como ya fue previamente expuesto. Un país exportador generalmente también importa bastante, no solo productos finales, sino también intermedios. Es fácil intuir que una variación tan fuerte de la tasa

de cambio tiene efectos negativos sobre la importación de bienes de capital y de consumo intermedio, lo que a su vez tiene un efecto nocivo sobre la producción de bienes de mayor complejidad que podrían ser objeto de exportación.

De esta manera, en la Gráfica 8 se hace el mismo ejercicio de la gráfica anterior, pero esta vez para las exportaciones y omitiendo la clasificación SA: 27 (hidrocarburos), dado que su variación es muy grande y no permitiría observar claramente los demás productos. Siguiendo la clasificación de Lall (2000) sobre la complejidad de los productos que son sujeto de exportación, se puede observar en la Gráfica 8 que Colombia presentó caídas en el volumen de exportación de los bienes de mayor complejidad y es notable el aumento de las exportaciones de los productos agrícolas (SA: 06-15).

Gráfica 8. Variación de las exportaciones de Colombia por producto según la clasificación SA, (2013-2017)



Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

La depreciación de la tasa de cambio no siempre implica mayores incentivos para exportar, la conocida condición de Marshall-Lerner supone que las exportaciones y las importaciones son dos fenómenos económicos autónomos. Es precisamente en aquellos sectores menos intensivos en capital y en los que las importaciones tienen menor incidencia en los procesos de producción en los cuales el incentivo de una tasa de cambio devaluada muestra un mayor impacto.

Con el choque externo, Colombia vio afectada sus tasas de inversión, de producción, de crecimiento y, como se relaciona ahora, la complejidad de su canasta exportadora. Para la producción de bienes que requieren mayor complejidad, Colombia es dependiente del acceso a bienes intermedios en el mercado mundial.

Efecto de un choque en la tasa de cambio sobre las exportaciones industriales: función impulso-respuesta, modelo svar

En esta sección se busca determinar cuál es el efecto de un choque sobre la tasa de cambio en las exportaciones industriales. Se parte de considerar lo expuesto en la sección anterior: un choque sobre la tasa de cambio afecta las importaciones de bienes intermedios y de capital para la industria, lo que a

su vez tendrá un efecto negativo sobre la producción futura de bienes industriales exportables. De aquí se deduce el orden de exogeneidad (ordenamiento causal de Wold) para estimar el modelo estructural.

Se tomaron del Banco de la República de Colombia (s. f.) los datos de TRM promedio, exportaciones e importaciones industriales en millones de dólares FOB como las variables que componen el modelo SVAR. La periodicidad es mensual, desde enero de 2001 hasta diciembre de 2018. Las series de importaciones y exportaciones fueron estacionalizadas a través del paquete seasonal de r, que replica el *software* de ajuste de la oficina de censo de EE. UU.

A través de la prueba Dickey-Fuller, se determinó que no se podía rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo cual se procedió a log-diferenciar las tres variables. Haciendo uso del criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de información de Hannan y Quinn (HQ), el criterio de información bayesiana de Schwarz (sc) y el error de predicción final (FPE), se determinó que se calcularía un modelo VAR de cinco rezagos. Finalmente, luego de examinar las raíces del polinomio característico, se determinó que el modelo cumple la condición de estabilidad (ver los anexos para el resultado de estas pruebas).

Al definir $Y_t = \begin{bmatrix} \Delta TRM_t \\ \Delta Imp_t \\ \Delta Exp_t \end{bmatrix}$, el modelo VAR (9) y SVAR (10) estimado es:

$$Y_t = B_0 + B_1 Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + B_3 Y_{t-3} + B_4 Y_{t-4} + B_5 Y_{t-5} + u_t \tag{9}$$

$$Y_t = A^{-1}\Gamma_0 + A^{-1}\Gamma_1 Y_{t-1} + A^{-1}\Gamma_2 Y_{t-2} + A^{-1}\Gamma_3 Y_{t-3} + A^{-1}\Gamma_4 Y_{t-4} + A^{-1}\Gamma_5 Y_{t-5} + A^{-1}\varepsilon_t \tag{10}$$

con $\varepsilon_t \sim (0, \Sigma \varepsilon)$

Al hacer uso de la prueba de causalidad de Granger (ver la Tabla 4), se puede considerar que la TRM es variable causal predictiva de las importaciones para la industria y estas, a su vez, son

variable causal predictiva de las exportaciones industriales. La prueba excluye cualquier otra dirección de causalidad entre las variables.

Tabla 4. Valores-P de pruebas de causalidad de Granger

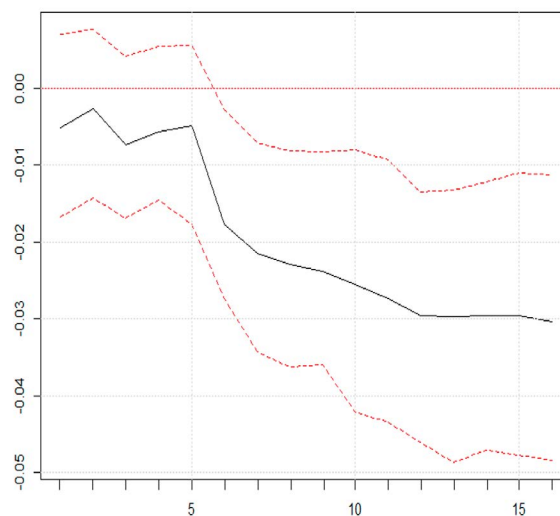
Endógena	Exógena	TRM promedio	Exportaciones industriales	Importaciones industriales
TRM promedio			0.3134	0.1695
Exportaciones industriales		0.8623		0.01779
Importaciones industriales		0.0001713	0.5158	

Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2020).

Para establecer la matriz de relaciones contemporáneas y pasar, así, del modelo VAR al VAR estructural, el orden de exogeneidad considerado es: TRM, importaciones y exportaciones industriales (de la más exógena a la más endógena). Adicionalmente, se hace el supuesto de que la tasa de cambio tiene efectos contemporáneos sobre las importaciones y exportaciones industriales y, de esta manera, se establecen las 3 restricciones faltantes. El anterior supuesto parte de la consideración de que en un mes, una devaluación de la TRM alcanza a impactar las decisiones de compra y venta de mercancías al exterior. Con la matriz identificada, se tienen la función de impulso-respuesta ante choques estructurales en la tasa de cambio.

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & 0 \\ \alpha_{31} & 0 & \alpha_{33} \end{bmatrix} \tag{11}$$

Gráfica 9. SVAR impulso-respuesta de un choque exógeno en la TRM sobre exportaciones de bienes industriales



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la Gráfica 9, un choque positivo (devaluación) de una desviación estándar sobre la TRM reduce las exportaciones industriales a partir del sexto mes y llega a su punto más bajo a los doce meses. Las exportaciones industriales desmejoran entre un 1% y un 5%, y no recuperan su nivel inicial.

Medir la complejidad: indicadores PRODY - EXPY

Si bien la desmejora de las exportaciones industriales da cuenta de los efectos de un choque en la tasa de cambio sobre la complejidad de toda la canasta exportadora, y al considerar la infinidad de productos existentes y una posible heterogeneidad en los efectos que tuvo la devaluación sobre los cambios en el volumen transado de cada producto, la aproximación de la sección anterior podría no ser suficiente para precisar si hubo una disminución de la intensidad tecnológica agregada asociada a la canasta exportadora.

En esta sección se calculan los indicadores *PRODY* y *EXPY* desarrollados por Hausmann *et al.* (2007) para determinar si hubo una desmejora en la complejidad de la canasta exportadora colombiana. Los datos utilizados proceden de la base de estadísticas de Comercio Internacional de las Naciones Unidas (Comtrade). Para llevar a cabo la clasificación de los bienes, se utilizó la nomenclatura del Sistema Armonizado 2012 a seis dígitos, procurando el mayor nivel de especificidad posible. Los años observados fueron 2013 y 2017, este último por ser el año con datos más recientes en el momento de la medición. Para el PIB per cápita se utilizaron datos tomados del Fondo Monetario Internacional (2020) con la metodología de medición de paridad de poder adquisitivo a precios constantes de 2011.

A manera descriptiva de los resultados encontrados, se exponen los productos con valor *PRODY* más extremos de un total de 5.204 productos clasificados en Comtrade:

Tabla 5. Valores extremos del indicador *PRODY*

Año	Tipo	Código HS6	Nombre del producto	PRODY PPA P2011
2013	Más pequeños	252530	Residuos de mica	1826
		090510	Especias, vainilla, ni trituradas ni molidas	1919
		531090	Tejidos de yute o de otras fibras textiles de la partida. 5303, excepto los crudos	2249
		010130	Asnos vivos	2255
		090710	Especias, clavos (frutos enteros, clavos y tallos), ni triturados ni molidos	2379
	Más grandes	730110	Hierro o acero, tablestacas, incluso perforadas o hechas de elementos ensamblados	87118
		721069	Hierro o acero no aleado, laminado plano, anchura 600 mm o más, chapado o recubierto de aluminio, excepto el chapado o recubierto de aleaciones de aluminio y zinc	85861
		590290	Tejidos textiles de alta tenacidad	85472
		721633	Hierro o acero no aleado, secciones H, laminadas, estiradas o extruidas en caliente, de una altura de 80 mm o más	84042
		741011	Cobre, lámina, sin soporte, de espesor no superior a 0,15 mm, de cobre refinado	77748

Año	Tipo	Código HS6	Nombre del producto	PRODY PPA P2011
2017	Más pequeños	252530	Residuos de mica	2006
		090520	Especias, vainilla, trituradas o molidas	2015
		252510	Mica cruda y estriada en láminas o hendiduras	2237
		090710	Especias, clavos (frutos enteros, clavos y tallos), ni triturados ni molidos	2296
		030463	Filetes de pescado, congelados, perca del Nilo (<i>Lates niloticus</i>)	2465
	Más grandes	590290	Tejidos textiles de alta tenacidad	86468
		730110	Hierro o acero, tablestacas, incluso perforadas o hechas de elementos ensamblados	85652
		741011	Cobre, lámina, sin soporte, de espesor no superior a 0,15 mm, de cobre refinado	84268
		721633	Hierro o acero no aleado, secciones H, laminadas, estiradas o extruidas en caliente, de una altura de 80 mm o más	84195
		370510	Placas y películas fotográficas, para reproducción offset, expuestas y reveladas	83655

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

Es fácil identificar que los productos con menor PRODY son, en efecto, productos de baja sofisticación, mientras que, por el contrario, los de mayor PRODY son considerablemente más complejos. Si bien puede considerarse la existencia de bienes de mayor sofisticación que los presentados acá, es importante aclarar que en el cálculo del PRODY la participación de los productos en el total de las canastas exportadoras es relevante.

Por su parte, en la Tabla 6 se presentan los cinco países con menores y mayores valores de EXPY.

El cálculo del EXPY refleja que, en los dos periodos calculados, los países que conforman ambos grupos se mantienen constantes, con la excepción de Pakistán, que aparece en 2013 pero no en 2017, ya que es remplazado por Cabo Verde. De acuerdo con lo anterior, entre los países más pequeños, tres de ellos presentan caídas en sus niveles EXPY; para el caso de los países más grandes, solo uno de ellos desmejoró, el cual es, a saber, un país con una participación importante del petróleo dentro de su canasta exportadora.

Tabla 6. Valores extremos del indicador EXPY

Extremos	Países	PRODY-PPA P2011	
		2013	2017
Más pequeños	Zimbabue	9675	9982
	Madagascar	10513	8782
	Nepal	11130	10200
	Pakistán	12457	12684
	Zambia	12466	11261
Más grandes	Luxemburgo	44101	44685
	Brunéi Darussalam	43838	38368
	Singapur	34769	39336
	Irlanda	33527	39993
	Islandia	32922	37618

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

Exportaciones e importaciones de Colombia en el periodo analizado

Siguiendo a Hausmann y Klinger (2008) y Ocampo y Martínez Ortiz (2011), se procede a hacer una descomposición más detallada de la canasta exportadora colombiana para ambos periodos. En la

Tabla 7 y la Tabla 8 se ubican los diez primeros productos de exportación (a cuatro dígitos), de acuerdo con su participación, su PRODY asociado (que se señala con * si este está por encima del valor promedio del indicador) y su aporte al valor EXPY de Colombia.

Tabla 7. Principales productos de exportación colombianos en 2013

Código	Nombre	%	PRODY	Aporte al EXPY
2709	Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos; crudo	47,0%	29601*	13911,30
2701	Carbón; briquetas, ovoides y combustibles sólidos similares fabricados a partir del carbón	10,6%	18854	2004,57
2710	Los aceites de petróleo y los aceites de minerales bituminosos, refinados	7,4%	25330*	1879,48
7108	El oro (incluido el chapado en oro con platino) en bruto o en formas semimanufacturadas	3,8%	23581	892,57
0603	Flores; flores cortadas y capullos de flores de un tipo adecuado para ramos	2,3%	15347	348,20
8703	Automóviles y otros vehículos de motor; diseñados principalmente para el transporte de personas	1,1%	27608*	297,97
0901	Café, incluso tostado o descafeinado; cáscaras y pieles	3,3%	7989	261,12
2711	Los gases de petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	0,8%	33016*	256,91
3004	Medicamentos; consistentes en productos mezclados o no mezclados para uso terapéutico o profiláctico	0,8%	31740*	241,56
3902	Polímeros de propileno o de otras olefinas, en formas primarias	0,7%	32626*	237,80

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

Tabla 8. Principales productos de exportación colombianos en 2017

Código	Nombre	%	PRODY	Aporte al EXPY
2709	Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos; crudo	29,0%	32429*	9403,85
2701	Carbón; briquetas, ovoides y combustibles sólidos similares fabricados a partir del carbón	18,0%	19921	3595,70
2710	Los aceites de petróleo y los aceites de minerales bituminosos, refinados	5,4%	29542*	1607,65
7108	El oro (incluido el chapado en oro con platino) en bruto o en formas semimanufacturadas	4,6%	21958	1012,23
0901	Café, incluso tostado o descafeinado; cáscaras y pieles	6,8%	11754	803,75
0603	Flores; flores cortadas y capullos de flores de un tipo adecuado para ramos	3,7%	17861	661,90
3902	Polímeros de propileno o de otras olefinas, en formas primarias	1,0%	36887*	366,71
2704	Coque y semicoque; de hulla, lignito o turba, incluso aglomerados; carbón de retorta	1,5%	22869	347,10
0803	Plátanos, incluidos los plátanos, frescos o secos	2,4%	14109	342,99
8703	Automóviles y otros vehículos de motor; diseñados principalmente para el transporte de personas	1,0%	33731*	340,54

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

Mientras que para el año 2013, seis de los diez productos mencionados tenían un valor *PRODY* asociado superior al promedio, para el año 2017, solo cuatro se hallaban por encima del mismo. Adicionalmente, la participación de productos con un considerable nivel de sofisticación, como motores y medicamentos, se redujo, a pesar de que la reducción del petróleo fue notoria y por ello se hubiera esperado que los demás productos mejoraran, al menos, en participación. Los productos que aumentaron su presencia son de dos tipos: minerales (carbón y coque) y agrícolas (café, bananas y flores).

Por otro lado, al analizar el *EXPY* entre los países de Sudamérica y México (ver Tabla 9), específicamente Colombia, tenía el segundo *EXPY* más alto de la región en el año 2013, no obstante, tuvo una desmejora relativamente considerable en el año 2017. Es importante destacar que los tres países con las mayores desmejoras, Colombia entre ellos, son países que para el 2013 tenían una participación considerable del petróleo u otros productos minero-energéticos dentro de su canasta exportadora.

Tabla 9. Valores *EXPY*, países latinoamericanos

Países	EXPY 2013	EXPY 2017	EXPY 2013 normalizado	EXPY 2017 normalizado	Cambio
Brasil	21716	23944	-0.307	-0.189	0.118
Paraguay	16078	17431	-1.160	-1.061	0.100
Chile	18796	20250	-0.749	-0.683	0.066
México	26407	28751	0.403	0.455	0.052
Uruguay	20189	21544	-0.538	-0.510	0.028
Bolivia	17979	18431	-0.873	-0.927	-0.054
Argentina	21420	22059	-0.352	-0.441	-0.089
Colombia	24903	23720	0.175	-0.219	-0.394
Perú	20539	18609	-0.485	-0.903	-0.418
Ecuador	22925	19767	-0.124	-0.748	-0.624

Fuente: Elaboración propia.

Como se señaló en la sección 3, cuando un país tiene un porcentaje considerable de su canasta exportadora concentrada en bienes primarios, la inelasticidad de la demanda y la oferta al precio hacen que los choques de oferta y demanda se vean reflejados, principalmente, en cambios abruptos en el precio y, por consiguiente, en la tasa de cambio. A razón de lo anterior, las importaciones también pueden mostrar fluctuaciones ostensibles y si estas están incorporadas en el aparato productivo exportador, muy posiblemente terminen por afectar las exportaciones.

Considerando lo anteriormente expuesto y como ejercicio complementario, se analizan los cambios en el *EXPY* para todos los países estudiados en los que el petróleo tiene una participación considerable dentro de su canasta exportadora. Para medir la participación del petróleo, se mide el peso de los productos clasificados dentro de los códigos 2709 (crudo) y 2710 (petróleo procesado). Al igual que en la tabla anterior, se normalizan los valores *EXPY* para cada año, con el objetivo de advertir si hubo una mejora o desmejora relativa para cada país.

Tabla 10. EXPY para países petroleros en 2013 y 2017

Participación petróleo	País	Participación petróleo 2013	Participación petróleo 2017	EXPY 2013 normalizado	EXPY 2017 normalizado	Cambio
De 60% a 95%	Kuwait	91%	86%	0.836	0.715	-0.121
	Azerbaiyán	90%	80%	0.708	0.545	-0.163
	Kazakstán	71%	57%	0.487	0.210	-0.277
	Omán	67%	57%	1.187	0.813	-0.374
De 40% a 60%	Argelia	58%	54%	0.907	0.635	-0.272
	Ecuador	56%	36%	-0.124	-0.748	-0.624
	Camerún	54%	43%	-0.392	-0.697	-0.305
	Colombia	54%	34%	0.175	-0.219	-0.394
	Rusia	54%	42%	0.402	0.394	-0.007
	Irán	52%	48%	0.772	0.673	-0.099
	Brunéi Darussalam	45%	40%	3.040	1.742	-1.298
De 20% a 40%	Noruega	37%	30%	0.690	0.928	0.237
	Emiratos Árabes Unidos	31%	20%	0.964	0.718	-0.246
	Bielorrusia	31%	20%	0.283	0.306	0.022
	Fiyi	29%	14%	-0.693	-0.982	-0.290
	Samoa	24%	29%	-1.335	-1.283	0.051
	Lituania	22%	13%	0.247	0.403	0.156
	Canadá	21%	16%	0.697	0.756	0.058
De 10% a 20%	India	20%	12%	-0.196	-0.073	0.123
	Singapur	17%	12%	1.668	1.872	0.204
	Túnez	15%	6%	-0.345	-0.342	0.003
	Países Bajos	14%	9%	0.714	0.831	0.117
	Bulgaria	13%	7%	-0.203	-0.009	0.195
	México	13%	5%	0.403	0.455	0.052
	Mongolia	12%	6%	-0.564	-0.919	-0.355
	Finlandia	12%	7%	0.929	0.928	-0.001
Reino Unido	10%	7%	0.607	0.931	0.323	

Participación petróleo	País	Participación petróleo 2013	Participación petróleo 2017	EXPY 2013 normalizado	EXPY 2017 normalizado	Cambio
De 5% a 10%	Bélgica	10%	6%	0.741	0.835	0.094
	Croacia	9%	7%	0.073	0.309	0.236
	Portugal	9%	6%	0.073	0.193	0.120
	Perú	9%	6%	-0.485	-0.903	-0.418
	República de Corea	9%	6%	0.953	1.287	0.334
	Dinamarca	8%	4%	0.963	0.930	-0.033
	EE. UU.	7%	6%	0.901	0.964	0.063
	Estonia	7%	7%	0.363	0.482	0.119
	Brasil	7%	8%	-0.307	-0.189	0.118
	Suecia	6%	5%	0.973	0.978	0.005
	Indonesia	6%	3%	-0.301	-0.571	-0.270
	Vietnam	6%	1%	-0.462	-0.143	0.319
	España	5%	4%	0.468	0.495	0.027
	Letonia	5%	2%	0.307	0.442	0.135

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

De los datos presentados en la Tabla 10, se deben señalar dos cuestiones. Primero, en todos los países en los que el petróleo presentaba una participación mayor al 40% en la canasta exportadora en 2013 se observaron caídas en su posición relativa, entre ellos, Colombia. Segundo, prácticamente la totalidad de los países enlistados disminuyeron la participación del petróleo en el valor de su canasta exportadora. Lo anterior tiene un efecto importante en el cálculo del ponderador del *PRODY*. Si la participación del petróleo en todas las canastas cae, el *PRODY* puede aumentar o disminuir dependiendo de en qué países cae más. En la ecuación (12) se denota lo anteriormente expuesto.

$$PRODY_{K,2017} = \sum_j \frac{\left(\frac{x_{jk}}{X_j}\right) \downarrow}{\sum_j \left(\frac{x_{jk}}{X_j}\right) \downarrow} Y_{j,2013} \quad (12)$$

Dado que el petróleo puede ejercer distorsiones importantes que eclipsen los cambios en la complejidad de los países, distorsiones producto de los cambios en los demás bienes de la canasta exportadora, se procede a estimar de nuevo el valor de los indicadores *PRODY* y *EXPY* obviando este tipo de bienes (los que se encuentren en las clasificaciones HS4: 2709 Crudo - 2710 Procesado) de los cálculos originales, es decir, se asume que no son transados en el mercado internacional. En la Tabla 11 se observan los resultados.

Tabla 11. EXPY (sin incluir petróleo) para países petroleros en 2013 y 2017

Grupo (2013)	País	EXPY 2013 normalizado	EXPY 2017 normalizado	Cambio
De 60% a 90%	Kuwait	2.184	1.561	-0.623
	Azerbaiyán	-0.292	-0.292	0.000
	Kazakstán	-0.179	-0.381	-0.202
	Omán	1.743	1.123	-0.620
De 40% a 60%	Argelia	1.359	0.806	-0.553
	Ecuador	-1.203	-1.459	-0.256
	Camerún	-1.658	-1.698	-0.040
	Colombia	-0.504	-0.656	-0.151
	Rusia	0.254	0.209	-0.046
	Irán	0.768	0.680	-0.089
	Brunéi Darussalam	4.063	2.466	-1.597
De 20% a 40%	Noruega	0.742	1.000	0.258
	Emiratos Árabes Unidos	0.943	0.749	-0.194
	Bielorrusia	0.292	0.263	-0.029
	Fiji	-1.005	-1.083	-0.078
	Samoa	-1.685	-1.828	-0.142
	Lituania	0.255	0.405	0.150
	Canadá	0.648	0.764	0.116
De 10% a 20%	India	-0.206	-0.101	0.106
	Singapur	1.752	1.972	0.220
	Túnez	-0.422	-0.335	0.086
	Países Bajos	0.707	0.820	0.113
	Bulgaria	-0.204	-0.014	0.190
	México	0.350	0.464	0.114
	Mongolia	-0.692	-0.956	-0.264
	Finlandia	0.901	0.918	0.017
	Reino Unido	0.559	0.912	0.354

Grupo (2013)	País	EXPY 2013 normalizado	EXPY 2017 normalizado	Cambio
De 5% a 10%	Bélgica	0.712	0.806	0.094
	Croacia	0.084	0.303	0.218
	Portugal	0.077	0.184	0.106
	Perú	-0.474	-0.877	-0.403
	República de Corea	0.906	1.277	0.371
	Dinamarca	0.854	0.889	0.035
	EE. UU.	0.853	0.964	0.111
	Estonia	0.341	0.478	0.137
	Brasil	-0.292	-0.235	0.057
	Suecia	0.908	0.960	0.052
	Indonesia	-0.299	-0.539	-0.240
	Vietnam	-0.419	-0.097	0.323
	España	0.424	0.479	0.056
	Letonia	0.313	0.434	0.121

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-Comtrade (2020).

Una vez controlado el efecto que genera la presencia del petróleo, se puede evidenciar que para la mayoría de los países que tenían altas concentraciones de este producto hubo una desmejora relativa de su valor EXPY, es decir, del nivel de complejidad de su canasta exportadora.

Discusión

En la literatura económica se pueden encontrar dos posturas que relacionan el comercio internacional con el crecimiento económico. La primera postura (y posiblemente la más extendida) es que el crecimiento es guiado por las exportaciones, especialmente, entre más diversa y compleja sea la canasta exportadora; esto es, un país es lo que exporta. La segunda postura es que el canal de transmisión principal entre la apertura comercial y el crecimiento de largo plazo son las importaciones de capital y de bienes intermedios.

Una revaluación de la moneda conlleva, bajo cada postura, dos resultados totalmente contrarios en

términos de crecimiento económico. Esta discusión no es marginal; uno de los temas centrales y más recurrentes en la historia de la política económica (y la economía política) es todo lo referente a la tasa de cambio, su uso y sus efectos.

La importancia de los bienes de capital está ampliamente descrita en la literatura económica, no obstante, la consideración de que una devaluación es positiva para las exportaciones y, de esta manera, para la actividad económica (sea en el corto o en el largo plazo), es una creencia dominante en los cursos básicos de macroeconomía abierta que se imparten en las universidades. Es parte de la intuición de los economistas.

Muchos investigadores económicos han señalado el efecto perverso en Colombia de los altos precios del petróleo sobre la producción y exportación de bienes de mayor complejidad, así mismo, varios vaticinaron una mejora gradual de las exportaciones no convencionales producto del desplome del precio del petróleo. No obstante, en un país donde

a 2013 cerca del 75% de las importaciones era de bienes intermedios y de capital, la realidad ha mostrado resultados diferentes. Después del tercer trimestre de 2014, la formación bruta de capital en maquinarias y equipos y el PIB de bienes manufacturados (CIU C05) presentaron una caída abrupta. Con el análisis de la función impulso-respuesta y del indicador *EXPY*, se observa que, en Colombia, contrario a la creencia convencional, las devaluaciones desalientan las exportaciones y reducen su complejidad. El lector podría argumentar, no obstante, que en Colombia no se incumple lo predicho por la condición de Marshall-Lerner. Una depreciación de la tasa de cambio implica una balanza comercial más superavitaria si y solo si la suma de las elasticidades precio de las importaciones y las exportaciones es, en valor absoluto, superior a 1. Como en Colombia la demanda del crudo es inelástica a su precio y, así mismo, por los pocos sustitutos domésticos, las importaciones son relativamente inelásticas, resultaría razonable observar ese comportamiento. Sokeng Dongfack y Ouyang (2019) describen un caso similar.

Sin embargo, este artículo busca señalar que es un error considerar las importaciones y exportaciones como dos realidades independientes, dos fenómenos económicos autónomos. No es solo característico de los países productores de petróleo que las devaluaciones tengan un efecto negativo sobre las exportaciones, es cierto en general. En el mundo actual, las cadenas de producción de bienes de alta tecnología suelen tener lugar en varios países y están especialmente integradas cuanto mayor es la intensidad tecnológica del bien. Que las devaluaciones conduzcan a una canasta exportadora más diversa, más compleja o simplemente más grande resulta, en un mundo comercialmente integrado, una excepción más que la norma.

Conclusiones

El objetivo de este artículo fue indagar el efecto de la caída de los precios del petróleo en la complejidad e intensidad tecnológica de la canasta exportadora de Colombia, considerando el rol que pueden jugar las importaciones. Mientras unos autores suelen enfocarse en la importancia de las exportaciones para el crecimiento económico, y

establecen incluso relaciones de causalidad, otros autores han indicado que son las importaciones de bienes de capital las que realmente originan los efectos positivos del comercio internacional sobre el crecimiento económico. Este artículo buscó explorar las características del caso colombiano en el cual se evidencia un choque exógeno sobre la tasa de cambio, particularmente, una devaluación bastante significativa provocada por la caída de los precios del petróleo que afectó negativamente la complejidad de las exportaciones por la disminución de importaciones de bienes de capital y de consumo intermedio.

Para esta investigación se usaron tres estrategias empíricas que permitieron hacer un análisis detallado sobre la estructura productiva y flujos de ingresos y gastos del sector externo, así como establecer la capacidad de respuesta y efectos que un choque en el tipo de cambio genera en la complejidad del sector exportador colombiano.

Los resultados permiten concluir que, por la naturaleza del aparato productivo colombiano, gran parte de las importaciones están dirigidas a la obtención de bienes de consumo intermedio y de formación bruta de capital. Por tanto, una depreciación del tipo de cambio, en vez de volver más competitivos los bienes exportados del país, encarece los costos de producción.

Al servirse de la Matriz de Contabilidad Social (MCS) se detalló que lo anterior es especialmente cierto a medida que la actividad económica es tecnológicamente más compleja. A través de una función impulso-respuesta se determinó que un choque positivo del tipo de cambio (depreciación) reduce las exportaciones industriales a partir del sexto mes, y que llegan a su punto más bajo a los doce meses, momento en que las exportaciones desmejoran entre un 1% y un 5%. Aún bajo una depreciación, ha habido desmejoras considerables, no solo en el volumen, sino también en la complejidad de la canasta exportadora colombiana, como indica el análisis del *PRODY* y *EXPY*.

Este artículo señaló que es un error considerar las importaciones y exportaciones como dos fenómenos económicos independientes entre sí. En el mundo actual, las cadenas de producción de bienes

de alta tecnología suelen tener lugar en varios países y están especialmente integradas cuanto mayor es la intensidad tecnológica del bien.

En economía, la consideración de que una devaluación es positiva para el crecimiento vía

exportaciones es una creencia dominante, forma parte de la intuición de los economistas. Es una creencia, a juicio de los autores, desactualizada. Hoy en día, una apreciación puede ser uno de los mejores incentivos para exportar más.

Referencias

- Banco de la República. (s. f.). *Tasa Representativa del Mercado* (TRM - Peso por dólar). Banco de la República, Colombia. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Bértola, L. y Ocampo, J. A. (2010). *Desarrollo, vaivenes y desigualdad. Una historia económica de América Latina desde la Independencia*. Secretaría General Iberoamericana. <https://www.segib.org/?document=-desarrollo-vaivenes-y-desigualdad-una-historia-economica-de-america-latina-desde-la-independencia>
- Bhagwati, J. N. (1978). *Foreign Trade Regimes and Economic Development: Anatomy and Consequences of Exchange Control Regimes*. National Bureau of Economic Research (NBER).
- Carbone, A., Henke, R. y Pozzolo, A. F. (2015). Italian Agri-food Exports in the International Arena. *Bio-Based and Applied Economics Journal*, 4(1), 55–75. 10.22004/agecon.205103
- Carrasco, C.A., Tovar-García, E.D. (2020). Trade and growth in developing countries: the role of export composition, import composition and export diversification. *Econ Change Restruct.* <https://doi.org/10.1007/s10644-020-09291-8>
- DANE. (2020). *Exportaciones*. DANE información para todos. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- Feder, G. (1983). On exports and economic growth. *Journal of Development Economics*, 12 (1-2), 59-73. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(83\)90031-7](https://doi.org/10.1016/0304-3878(83)90031-7)
- Feenstra, R. (1990). Trade and Uneven Growth. (Working Paper No. 3276), *National Bureau of Economic Research* (NBER). <https://doi.org/10.3386/w3276>
- Fernández-Macho, F. y González Casimiro, P. (2004). Matrices de Contabilidad Social: una panorámica. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, (57), 132-163.
- Fondo Monetario Internacional. (2020). *World Economic Outlook*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO>
- Grancay, M., Grancay, N. y Dudas, T. (2015). What You Export Matters: Does It Really? *Contemporary Economics*, 9(2), 233-244. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.169>
- Grossman, G. M. y Helpman, E. (1990). Trade, Innovation and Growth. *American Economic Association*, 80(2). <https://www.jstor.org/stable/2006548>.
- Hausmann, R. (2015, 26 de noviembre). *Exportar importa*. Project Syndicate. <https://www.project-syndicate.org/commentary/encouraging-exports-promotes-development-by-ricardo-hausmann-2015-11/spanish?barrier=accesspaylog>
- Hausmann, R. y Klinger, B. (2008). Achieving Export-Led Growth in Colombia (Working Paper No. 182). Center for International Development at Harvard University.
- Hausmann, R., Hwang, J. y Rodrik, D. (2007). What You Export Matters. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Herrerías, M. y Orts, V. (2013). Capital goods imports and long-run growth: Is the Chinese experience relevant to developing countries? *Journal of Policy Modeling*. 35(5),781-797. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2013.02.006>
- Jumono, S., Baskara, I., Abdurahman, A. y Mala, C. M. F. (2021). The Dynamics of Economic Growth in Underdeveloped Regions: A Case Study in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(4), 643–651. <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2021.VOL8.NO4.0643>
- Juráček, M. (2021). German Exports: Impact on the Selected EU Countries. *Review of Economic Perspectives*, 21(1), 41-55. <https://doi.org/10.2478/revecp-2021-0003>
- Karabulut, Ş. (2020). The impact of imports on exports of Turkey. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(1), 76-90. <https://doi.org/10.11611/yead.607439>
- Khalifa, A. (2019). The Technological Diffusion as a Dimension of the Link Between Exports, Imports, and Growth in Tunisia. *International Journal of Applied Behavioral Economics (IJABE)*, 8(3), 37-55. <http://doi.org/10.4018/IJABE.2019070103>
- Lall, S. (2000). The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-1998. *QEH Working Paper Series - QEHWPS44*, (44).

- Lebari, T. G. y Didi, E. I. (2021). Markov-Switching Vector Autoregressive Modelling (Intercept Adjusted); Application to International Trade and Macroeconomic Stability in Nigeria (2000M1-2019M6). *Asian Journal of Probability and Statistics*, 12(4), 41-57. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2021/v12i430294>
- López Valenzuela, D. C., López Enciso, E. A. y Montes Uribe, E. (2015). Colombia en el comercio mundial (1992-2012): desempeño de las exportaciones colombianas. *Revista del Banco de la República*, 88(1052), 23-70. <https://doi.org/10.32468/be.885>
- Lütkepohl, H. (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-27752-1>
- Martínez Ortiz, A. (2011). La bonanza minero-energética como oportunidad para el desarrollo industrial de Colombia. En Jimeno Acevedo y Asociados. (Ed.), *Hacia una política industrial de nueva generación para Colombia* (pp. 89-99). Coalición para la promoción de la industria colombiana.
- Monteiro Da Silva, O. y Novaes Dias, J. M. (2016). Evaluation of technological intensity of exports in the forestry sector. *Revista Árvore*, 40(2). <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000200012>
- Nyarko, Y. (2013). Sustaining High Economic Growth in Sub-Saharan Africa: Knowledge and the Structure of the Economy. *Journal of African Economies*, 22(1), 77-101. <https://doi.org/10.1093/jae/ejs030>
- Ocampo, J. A. y Martínez Ortiz, A. (2011). *Hacia una política industrial de nueva generación para Colombia*. Coalición para la promoción de la industria colombiana.
- OCDE. (2015). *Perspectivas económicas de la OCDE: proyecciones para países latinoamericanos*. <http://www.oecd.org/economy/outlook/Perspectivas-Econ%C3%B3micas-de-la-OCDE-Proyecciones-para-pa%C3%ADses-latinoamericanos.pdf>
- Odilova, S. (2018). Intelligence and export sophistication: A cross-country test. *Mankind Quarterly*, 58(3), 520-531. <https://doi.org/10.46469/mq.2018.58.3.7>
- Patrick, O. (2019). Crude Oil Price, Monetary Policy and Output Performance of Africa Oil Producing Countries. *Journal of African Union Studies*, 8(3), 51-66. <https://doi.org/10.31920/2050-4306/2019/8n3a3>
- Raghavan, M., Khan, F. y Devadason, E. S. (2021). Trade Shocks and Resiliency. En *China and ASEAN: Pivoting Trade and Shock Transmission*, (pp. 23-61). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1618-1_3
- Reuters. (s. f.). *w&t Offshore, Inc.WTI.N*. Reuters. <https://www.reuters.com/companies/WTI.N>
- Rodríguez Benavides, D. y López Herrera, F. (2019). Efectos de la incertidumbre de los precios del petróleo en el crecimiento económico de México. *Investigación Económica*, 78(309), 80-106. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2019.309.70120>
- Rodrik, D., Grossman, G. y Norman, V. (1995). Getting Interventions Right: How South Korea and Taiwan Grew Rich. *Economic Policy*, 10(20), 53-107. <https://doi.org/10.2307/1344538>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Saadi, M. (2012). Export Sophistication and the Terms of Trade of the Developing and Emerging Countries. *International Review of Applied Economics*, 26(5), 623-642. <https://doi.org/10.1080/02692171.2011.631899>
- Saka, J. O. (2021). Oil Price Behaviour, Exchange Rate Movement and the COVID-19 Pandemic in Nigeria: Analysis of the First Three Quarters of 2020. *Oradea Journal of Business and Economics*, 6(1), 51-61. <http://doi.org/10.47535/1991ojbe121>
- Sauer, C. y Bohara, A. K. (2002). Exchange Rate Volatility and Exports: Regional Differences between Developing and Industrialized Countries, *Review of International Economics*, 9(1), 133-152. <https://doi.org/10.1111/1467-9396.00269>
- Sokeng Dongfack, L. P. y Ouyang, H. (2019). *The Impact of Real Exchange Rate Depreciation on Cameroon's Trade Balance: Is Devaluation a Remedy for Persistent Trade Deficits?* *Journal of Economic Integration*, 34(1), 189-213. <https://doi.org/10.11130/jei.2019.34.1.189>
- Thangavelu, S. y Rajaguru, G. (2004). Is there an export or import-led productivity growth in rapidly developing Asian countries? A multivariate VAR analysis. *Applied Economics*, 36(10), 1083-1093. <https://doi.org/10.1080/0003684042000246795>
- UN-Comtrade. (2020). *UN Comtrade Database*. Comtrade. un.org. <https://comtrade.un.org>
- Van Wijnbergen, S. (1984). The 'Dutch Disease': A Disease after All? *Economic Journal*, 94(373), 41-55. <https://doi.org/10.2307/2232214>
- Xie, Y. y Baek, Y. (2020). Impact of Exchange Rate and Firm Heterogeneity on Exports: Empirical Evidence from Four ASEAN Economies. *Journal of Southeast Asian Economies*, 37(2), 199-223. <https://doi.org/10.1355/ae37-2e>

Anexos

Anexo 1. Prueba aumentada Dickey-Fuller

Valores críticos	1% valor crítico	5% valor crítico	10% valor crítico
	-2.58	-1.95	-1.62

Variable	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	Valor p
TRM	0.0008	0.0020	0.4250	0.672
D.TRM	-0.7095	0.0761	-9.3220	0.000
Importaciones	0.0041	0.0026	1.5640	0.119
D.Importaciones	-1.0395	0.1080	-9.6210	0.000
Exportaciones	0.0003	0.0051	0.0530	0.957
D.Exportaciones	-1.7002	0.1129	-15.0610	0.000

Notas:

La cantidad de rezagos utilizados fue designada según el criterio de información Akaike. D. denota la log-diferencia de las variables.

Anexo 2. Pruebas de criterios de información para selección de rezagos en el modelo svar

Rezago	AIC	HQ	FPE	SC
1	-18.7542	-18.6549	7.16E-09	-18.4383
2	-18.8063	-18.6656	6.80E-09	-18.4636
3	-18.8561	-18.6680	6.47E-09	-18.4664
4	-18.8570	-18.5995	6.47E-09	-18.2205
5	-18.8705	-18.5535	6.38E-09	-18.0871
6	-18.8671	-18.4908	6.41E-09	-17.9368
7	-18.8657	-18.4299	6.42E-09	-17.7885
8	-18.8219	-18.3267	6.72E-09	-17.5979
9	-18.7944	-18.2398	6.92E-09	-17.4235
10	-18.7240	-18.1099	7.44E-09	-17.2061
11	-18.6692	-17.9957	7.87E-09	-17.0044
12	-18.6038	-17.8709	8.43E-09	-16.7921

AIC: Criterio de información de Akaike
FPE: Error Final de Predicción

sc: Criterio de información de Schwarz
HQ: Criterio de información Hannan-Quinn

Anexo 3. Tabla de raíces autorregresivas

Raíces del polinomio característico	
#	Raíz
1	0.79258419
2	0.79258419
3	0.76429218
4	0.7326381
5	0.7326381
6	0.70573831
7	0.70573831
8	0.66362649
9	0.66362649
10	0.64530887
11	0.64530887
12	0.44087972
13	0.44087972
14	0.37392755
15	0.04064134