

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Precio del petróleo, efecto ingreso y desempleo en Colombia

Javier Alberto Mondragón Quimbay

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía
Bogotá, Colombia
2017

Precio del petróleo, efecto ingreso y desempleo en Colombia

Javier Alberto Mondragón Quimbay

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Económicas

Director(a):
M.A. Gustavo Adolfo Hernández Díaz

Línea de Investigación:
Teoría y Política Económica

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía
Bogotá, Colombia
2017

Precio del petróleo, efecto ingreso y desempleo en Colombia

Resumen

En este documento se presenta evidencia empírica sobre el impacto de las variaciones en el precio internacional del petróleo sobre el desempleo agregado en Colombia durante el periodo 1994Q1-2015Q4. Se estima un modelo de vectores autorregresivos estructural con variable exógena (SVARX) y restricciones de corto y largo plazo. Los resultados empíricos muestran la existencia de heterogeneidad en la incidencia de perturbaciones negativas y positivas en el precio del crudo sobre el nivel de desempleo en el país a través de los cambios en el ingreso agregado y fiscal.

Palabras clave: Modelos SVAR, precio del petróleo, desempleo, efecto ingreso

Código JEL: C32, E27, F62

Oil price, income effect and unemployment in Colombia

Abstract

This paper presents empirical evidence on the impact of changes in the international oil price on aggregate unemployment in Colombia during the period 1994Q1-2015Q4. A structural autoregressive vector model with exogenous variable (SVARX) and short and long term constraints is estimated. The empirical results show the existence of heterogeneity in the incidence of negative and positive shocks in the oil price on the level of unemployment in the country through changes in aggregate and fiscal income.

Keywords: SVAR models, oil price, unemployment, income effect

JEL code: C32, E27, F62

Índice

Introducción	1
1 Revisión de literatura	2
1.1 Choques petroleros y canales de transmisión: posición importadora . .	3
1.2 Mercado Laboral	5
1.2.1 Modelos <i>RBC</i>	5
1.2.2 Modelos <i>Neokeynesianos</i>	6
1.3 Posición Exportadora	7
1.3.1 Efecto Ingreso	7
1.3.2 Comercio Internacional	10
2 Hechos estilizados	11
3 Metodología	13
3.1 Identificación	13
3.2 Datos	16
3.3 Estimación	16
3.4 Resultados	18
4 Conclusiones	21
Referencias	22

Índice de figuras

1. Sectores externo y fiscal	11
2. Gráficos de impulso respuesta	19
3. Análisis de Multiplicadores	20

Índice de cuadros

1. Mecanismos de transmisión posición importadora	4
2. Pruebas de raíz unitaria	17
3. Selección de rezagos a partir de criterios de Información	17
4. Pruebas de Autocorrelación y Normalidad Multivariada	18

Precio del petróleo, efecto ingreso y desempleo en Colombia*

Javier Mondragón

Resumen

En este documento se presenta evidencia empírica sobre el impacto de las variaciones en el precio internacional del petróleo sobre el desempleo agregado en Colombia durante el periodo 1994Q1-2015Q4. Se estima un modelo de vectores autorregresivos estructural con variable exógena (SVARX) y restricciones de corto y largo plazo. Los resultados empíricos muestran la existencia de heterogeneidad en la incidencia de perturbaciones negativas y positivas en el precio del crudo sobre el nivel de desempleo en el país a través de los cambios en el ingreso agregado y fiscal.

Palabras clave: Modelos SVAR, precio del petróleo, desempleo, efecto ingreso

Código JEL: C32, E27, F62

Introducción

Cambios en los precios internacionales del petróleo pueden afectar las dinámicas macroeconómica y sectorial dependiendo de la posición que se tenga con respecto al petróleo. En el caso de Colombia, un país exportador neto de crudo, los cambios en el precio internacional de este *commodity* tienen incidencia directa sobre los sectores externo, real y fiscal (Martínez, 2016), las decisiones de inversión y consumo privado (IMF, 2015a), así como en la capacidad de gasto público por parte del gobierno nacional (González et al., 2013). En particular, existe evidencia empírica sobre la relación de causalidad entre cambios en los precios del petróleo con el crecimiento económico, a causa del cambio en el flujo de capitales y divisas hacia el sector, y la correlación positiva entre el precio del petróleo y el gasto público (Gómez et al., 2014).

*Documento elaborado bajo la supervisión de Gustavo Adolfo Hernandez Dias, profesor de economía en la Universidad Nacional de Colombia. El autor agradece los comentarios y recomendaciones de los jurados Roberto Mauricio Sánchez Torres, Álvaro Zerda Sarmiento y Stanley Simon Malinowitz.

De esta manera, en este trabajo se estudia la relación existente entre las variaciones en el ingreso fiscal y agregado, generadas por perturbaciones en el precio internacional del petróleo, sobre el desempleo. Esto último, se justifica, pese a que el sector petrolero se caracteriza por ser intensivo en capital y no tener incidencia directa sobre el mercado laboral (Villar et al., 2014), debido a la relación del mercado de trabajo con el ajuste sectorial de la economía.

En particular, el objetivo de este documento es establecer la forma en que se transmiten las perturbaciones en el precio internacional del petróleo sobre la tasa de desempleo en Colombia, mediante cambios en la tasa de crecimiento del PIB real y los ingresos fiscales.

Para tal fin, se estima un modelo de vectores autorregresivos estructural con variables exógenas (SVARX) y restricciones de corto y largo plazo siguiendo la especificación estructural de Gali (1992). Se realizan análisis de impulso respuesta entre las perturbaciones estructurales y variables endógenas del modelo, así como un análisis de multiplicadores para determinar la incidencia de los cambios exógenos en los precios del crudo sobre las variables endógenas. Los resultados empíricos muestran la existencia de heterogeneidad en la incidencia de perturbaciones negativas y positivas en el precio del crudo sobre el nivel de empleo en el país a través de cambios en el ingreso agregado y fiscal, y síntomas de enfermedad holandesa en la economía colombiana.

Este documento está organizado de la siguiente manera. Además de esta sección introductoria, en la primera sección se revisa la literatura asociada con la relación entre el precio del petróleo, la actividad económica y el mercado laboral. En la segunda sección se presentan algunos hechos estilizados de la economía colombiana. En la tercera sección se presentan la identificación, estimación y resultados del modelo econométrico. En la última sección se presentan las conclusiones.

1. Revisión de literatura

El interés por determinar la incidencia sectorial y macroeconómica de las perturbaciones en el precio internacional del petróleo, tanto en economías importadoras como exportadoras netas de este recurso natural, ha motivado el desarrollo de investigaciones teóricas y aplicadas con respecto al origen de las perturbaciones y la forma en que inciden en la dinámica económica.

De esta manera, la finalidad de esta sección es hacer una presentación resumida sobre la forma en que se transmiten las perturbaciones en el precio del crudo sobre el comportamiento económico, haciendo énfasis en el proceso de ajuste sectorial, con el fin de establecer su incidencia sobre el mercado laboral.

Es importante señalar que los mecanismos de transmisión pueden diferir dependiendo del origen de la perturbación y de la posición comercial de las economías. Por esta razón, esta sección se divide en tres subsecciones cuyo objetivo es delimitar las

tres grandes áreas de investigación relacionadas con el objetivo de este documento: (1.1) origen de los choques petroleros y mecanismos de transmisión sobre economías importadoras netas de energía, (1.2) ajuste sectorial con énfasis en el mercado laboral desde una posición importadora y (1.3) ajuste sectorial y del mercado de trabajo desde la perspectiva exportadora de recursos naturales.

1.1. Choques petroleros y canales de transmisión: posición importadora

Investigaciones recientes estiman que la variación en el precio internacional del petróleo, durante los últimos 15 años, ha sido determinada de forma endógena al comportamiento de la actividad económica mundial. En particular, como lo plantean [Baumeister & Kilian \(2016\)](#), las principales variaciones en el precio del crudo han sido efecto de variaciones en la demanda mundial por energía. Para estos autores, el rápido crecimiento económico de las economías asiáticas y las contracciones en el crecimiento económico mundial han influenciado los cambios en la demanda internacional por energía y la variación en el precio del crudo.

Por otro lado, en la literatura existe una clara divergencia con respecto a los determinantes de las perturbaciones en el precio del petróleo durante el periodo 1970-1990. En [Hamilton \(1983; 2003; 2009\)](#) se asocian los cambios en el precio del petróleo con interrupciones en el suministro de este recurso a causa de problemas geopolíticos en medio oriente¹ y la coordinación por parte de los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Al contrario, los trabajos de [Barsky & Kilian \(2004\)](#) y [Kilian \(2014\)](#) encuentran evidencia empírica que relaciona los cambios en el precio del petróleo con el comportamiento del ciclo económico mundial; para estos autores la demanda por energía, en este periodo, mostró un comportamiento procíclico.

Como caso particular, [Kilian & Murphy \(2014\)](#) estiman que la interrupción exógena en el suministro de crudo, pese a no ser la principal fuente de variación en el precio durante el periodo 1970-1790, afectó el precio del petróleo debido a la generación de expectativas de reducción del suministro futuro de este *commodity*. Esto último, generó presiones especulativas sobre la demanda de inventarios, incidiendo en los precios de negociación.

Siguiendo a [Kilian \(2014\)](#), los mecanismos de transmisión teóricos de las perturbaciones en el precio internacional del petróleo, sobre las economías importadoras netas de este recurso natural, se pueden clasificar en canales directos e indirectos. Los canales indirectos se caracterizan por amplificar los efectos iniciales de las perturbaciones. En el cuadro 1 se presentan los diferentes canales y correspondientes impactos teniendo en cuenta la posible simetría² en la respuesta de las variables.

¹(i) Guerra de Yom Kipur entre 1973/74 (Israel y Países Árabes), (ii) Revolución Iraní de 1979 e (iii) Invasión de Irak a Irán en 1981.

²El estudio del tipo de simetría de las respuestas a variaciones positivas y negativas en el precio del petróleo, tiene como origen el trabajo de 1989 del economista noruego Knut Anton Mork,

Cuadro 1: Mecanismos de transmisión posición importadora

Efecto	Canal	Variable	Respuesta	Explicación
Directo	Oferta	Producción Industrial	Simétrica	Al ser un factor de producción para las firmas, un aumento (caída) en su valor, aumenta (reduce) sus costos de producción, reduciendo (incrementando) la producción
Directo	Demanda	Consumo	Simétrica	Un aumento (caída) en el precio del crudo reduce (aumenta) el poder adquisitivo de las firmas, reduciendo (aumentando) la inversión
Directo	Demanda	Inversión	Simétrica	Un aumento (caída) en el precio del crudo reduce (aumenta) el poder adquisitivo de los consumidores, reduciendo (aumentando) el consumo
Directo	Inflación	Inflación	Ambigua	Presiones inflacionarias o deflacionarias dependiendo de la sensibilidad de la oferta y demanda agregadas [†]
Indirecto	Incertidumbre	Producción	Asimétrica	La caída en el consumo de bienes durables intensivos en petróleo o derivados, incentiva la reubicación de capital y trabajo a sectores menos intensivos en energías fósiles. Debido a que la reubicación no es inmediata o puede no darse, se genera desempleo y reducción en la producción
Indirecto	Incertidumbre	Inversión	Asimétrica	A mayor volatilidad en el precio del petróleo las inversiones asociadas con sectores y productos intensivos en petróleo o derivados no se llevan a cabo. Esta caída en la inversión se da bien por expectativas de crecimiento o caída de los precios del crudo.
Indirecto	Política Monetaria	Tasa de Interés	Asimétrica	La (única) respuesta es contractiva frente a presiones inflacionarias.

[†]Bajo la perspectiva del modelo de oferta y demanda agregada, una perturbación en los precios del petróleo tendrá un determinado efecto sobre el nivel de precios dependiendo del tipo de elasticidad de cada curva. Kilian sugiere que el canal de demanda es el predominante en Estados Unidos, lo cual implicaría que un aumento en los precios del petróleo tiene efectos recesivos y deflacionarios en esta economía.

Fuente: Elaboración Propia con base en [Kilian \(2014\)](#)

Del cuadro 1 es importante señalar que la incertidumbre como canal de transmisión adquiere relevancia siempre que las decisiones de inversión recaigan sobre industrias intensivas en el uso de energía o relacionadas con la producción de bienes durables

quien a partir de un análisis de regresión encuentra que el incremento en el precio del petróleo genera un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre el producto, mientras una caída genera un impacto positivo pero estadísticamente no significativo ([Mork, 1989](#)) ampliando de esta manera el trabajo seminal de James Hamilton, quien encuentra correlaciones significativas entre los incrementos en los precios internacionales del petróleo con las recesiones de 1947 y 1972 en Estados Unidos ([Hamilton, 1983](#)).

complementarios de este recurso natural o derivados. Un caso particular es el sector automotriz americano, cuyas ventas dependen de las preferencias y expectativas de consumo de los hogares (Kilian, 2014). Al respecto, Mork (1994) plantea que los efectos sobre las decisiones de inversión pueden ser negativas incluso ante el escenario de una caída en el precio del crudo, debido al efecto que genera sobre los inversionistas locales y extranjeros la incertidumbre sobre la rentabilidad esperada en sus inversiones.

Por último, de acuerdo con la finalidad de este documento, es importante señalar que el efecto sobre el mercado laboral es indirecto. Como se puede observar en el cuadro 1, la caída en el consumo y la inversión (efectos directos) se amplifican a través de la reubicación de trabajo y capital intra e intersectorialmente. Esto último, podría generar escenarios de alto desempleo si durante el proceso de reubicación de factores las firmas no demandan la totalidad de mano de obra disponible. Sin embargo, como se mostrara en la siguiente sección, esta aproximación no es la única forma de relacionar el mercado de trabajo con perturbaciones en el precio internacional del petróleo.

1.2. Mercado Laboral

Los desarrollos teóricos y empíricos con relación a los efectos indirectos de los precios internacionales sobre el mercado de trabajo se encuentran presentes en el desarrollo de modelos *RBC* y *Neokeynesianos*. De esta manera, el objetivo de la presente sección es abordar algunos de los modelos más representativos de la relación Petróleo-Mercado de trabajo de las diferentes perspectivas.

Siguiendo la clasificación de Davis & Haltiwanger (2001) es posible clasificar estos modelos bajo las perspectivas agregada y sectorial. Bajo la perspectiva agregada se encuentran los modelos *Neokeynesianos* y *RBC* presentados en Mork (1994) y *Neokeynesianos* de Carruth et al. (1998) y Rotemberg & Woodford (1996). Por su parte, bajo la perspectiva sectorial se encuentran los trabajos *RBC* de Hamilton (1988) y Keane & Prasad (1996).

1.2.1. Modelos *RBC*

Considerar el petróleo o derivados como un factor de producción, cuyo precio es determinado de forma estocástica y exógena dentro de un esquema de competencia perfecta, permite modelar las variaciones no anticipadas en su precio como perturbaciones por el lado de la oferta.

A partir de este esquema, Mork (1994) reseña como un aumento en los precios del petróleo genera una caída en las remuneraciones de capital y trabajo, al ser estos dos factores insumos complementarios dentro de la función de producción de las firmas. En este caso, el deterioro en los salarios se debe a que petróleo y trabajo se consideran bienes complementarios brutos. Por lo tanto, el incremento en

la cotización internacional genera una menor demanda por trabajo y la consecuente reducción salarial.

Por su parte, [Keane & Prasad \(1996\)](#) a partir de un análisis de cointegración panel, con datos de los Estados Unidos, estiman la respuesta de los salarios, el empleo total y sectorial a variaciones en los precios internacionales del petróleo, controlando por niveles de educación y experiencia laboral como *proxies* de calificación.

Los resultados de este último trabajo sugieren una curva de oferta de trabajo de la forma *Backward-Bending* en la que prima el efecto ingreso. De esta forma, un aumento en el precio del crudo representa una caída en la demanda de empleo (trabajo y petróleo se consideran complementos brutos) y, por tanto, una menor remuneración salarial. Sin embargo, la persistencia en la caída de los salarios desplaza la curva de oferta a la derecha en el largo plazo debido al efecto ingreso, lo que devuelve el nivel de empleo al nivel previo a la perturbación. Por último, encuentran que el aumento en los precios del petróleo desplaza la producción a sectores intensivos en capital; de esta manera, teniendo en cuenta que capital y trabajo calificado son insumos complementarios, estas perturbaciones afectan menos a la población más calificada, que incrementa su nivel de productividad debido a la reasignación de trabajo calificado a sectores intensivos en capital.

1.2.2. Modelos *Neokeynesianos*

[Mork \(1994\)](#) presenta un modelo en el que la energía es un factor de producción, las firmas y los consumidores tienen expectativas racionales, su comportamiento es *forward-looking* y los salarios son inflexibles al incluir contratos traslapados. De esta manera, un incremento en el precio del petróleo genera una disminución en el nivel de producción de la firma, y ante la imposibilidad de ajustar los salarios de los trabajadores reduce su demanda por trabajo, generando desempleo. Esta situación es transitoria, hasta el momento de negociar los nuevos salarios.

Por su parte, [Rotemberg & Woodford \(1996\)](#) plantean una función de producción cuyos argumentos son trabajo y energía (se asume que se requiere una cantidad fija e invariable de energía en el proceso productivo), y dos escenarios: competencia perfecta e imperfecta. Del proceso de optimización de la firma se obtienen las condiciones de primer orden en las que el ingreso marginal de cada insumo es igual al producto de un *mark-up* y su costo marginal³

En competencia perfecta el *mark-up* es igual a uno y, por tanto, las firmas pueden mantener la demanda de trabajo invariable ante un incremento en el precio de la energía, a determinado salario nominal, si el precio de la producción crece en la misma proporción. Sin embargo, en competencia imperfecta el *mark-up* es mayor que la unidad, por lo cual, para mantener la demanda de trabajo constante a determinado salario nominal, se requiere un aumento más que proporcional en el precio de la

³ $Q_i(L, E) = \mu Cmg_i$, $i = L, E$, donde $Q_i(L, E)$ y Cmg_i representan el producto y costo marginal del trabajo y la energía respectivamente, y μ representa el *mark-up* o diferencia entre el precio y costo marginal de cada insumo

producción; de lo contrario se presentara una contracción en la demanda de trabajo. El aumento necesario en el nivel de precios, para mantener la demanda de empleo inalterada, dependerá de la elasticidad precio de la demanda⁴.

Por otra parte, bajo la perspectiva de la hipótesis de salarios de eficiencia, Carruth et al. (1998) plantean una relación inversa entre salarios y desempleo haciendo uso de la condición *no-shirking*, bajo la cual, a mayores niveles de desempleo la probabilidad de conseguir un nuevo empleo es menor y, por tanto, los salarios que deben fijar las firmas para inducir un mayor esfuerzo por parte de los trabajadores es menor que en condiciones de bajo desempleo (Shapiro & Stiglitz, 1984). Además, se plantean beneficios nulos como condición de equilibrio para las firmas, una tecnología en función de trabajo, capital y energía, y una función de costos asociada con la remuneración de estos insumos.

En este modelo, aumentos exógenos de la tasa de interés real o precios del petróleo generan una disminución en la demanda de trabajo aumentando el desempleo, lo cual presiona a la baja los salarios. En este contexto los trabajadores están dispuestos a recibir un menor salario. Así, el desempleo funciona bajo esta perspectiva como un dispositivo de disciplina para los trabajadores.

1.3. Posición Exportadora

Pese a los avances teóricos y empíricos que buscan establecer la conexión existente entre las variaciones en el precio internacional del petróleo con la actividad económica y el mercado laboral, existe poca evidencia empírica que relacione la variación en este precio con el comportamiento de las economías emergentes y exportadoras netas de este recurso natural.

Siguiendo a Bjørnland (2009) es posible identificar dos caminos mediante los cuales la variación en el precio de los *commodities* afectan la dinámica económica de las economías exportadoras de estos bienes: (i) Efecto Ingreso o Riqueza y (ii) Comercio Internacional. El efecto total sobre la economía dependerá de su estructura productiva y del origen de la perturbación en el precio de la cotización internacional.

1.3.1. Efecto Ingreso

El efecto ingreso adquiere relevancia al generar un mayor nivel de actividad económica y oportunidades de negocio en el sector relacionado con la explotación del recurso natural cuyo precio está en auge. En particular, mayores ingresos provenientes de la exportación de recursos naturales pueden impulsar la dinámica económica al aumentar la demanda por bienes y servicios nacionales. Además, la mayor rentabilidad del sector en auge incentiva las decisiones de inversión, así como una mayor demanda de trabajo y capital. Como resultado de la mayor dinámica económica, las

⁴Al respecto es importante señalar que $\mu = \frac{I_{mg}}{C_{mg}} = 1/[1 - (1/|\varepsilon|)]$, donde ε es la elasticidad precio de la demanda

economías exportadoras experimentan presiones inflacionarias y apreciación de la moneda local (Bjørnland, 2009).

Es importante señalar, sin embargo, que en economías emergentes en las que la renta petrolera suele tener un papel preponderante, los mayores ingresos y el correspondiente aumento en el gasto no implican mejoras significativas en desarrollo social y generación de empleo a causa de la ineficiencia en el gasto. Teóricamente este resultado se conoce como paradoja de la abundancia, que relaciona mayores rentas de recursos naturales con mayor ineficiencia en el gasto, desempleo, desigualdad, menor control ciudadano sobre la clase política y establecimiento de instituciones rentistas y cabildeo (Borge et al., 2015).

Además, las economías que basan su desarrollo en la dependencia de rentas petroleras suelen mostrar un bajo nivel de crecimiento pese al mayor nivel de ingreso fiscal proveniente del crudo, lo cual se conoce en la literatura como maldición de los recursos naturales. De acuerdo con Karl (2007) el fenómeno de enfermedad holandesa⁵ es una de las principales causas de la baja incidencia de los auges petroleros sobre el crecimiento económico de las economías emergentes y exportadoras netas de energía.

De esta manera, teniendo en cuenta la finalidad de este documento, es importante conocer cuáles son las implicaciones de mayores ingresos petroleros sobre la dinámica de las economías exportadoras netas de energía y su incidencia sobre el nivel de empleo. Para tal fin, a continuación se hace una breve presentación de uno de los modelos seminales sobre el tema.

En primer lugar, es importante mencionar que el fenómeno de enfermedad holandesa es el proceso de contracción de sectores transables de la economía a causa de la apreciación del tipo de cambio real y el proceso de ajuste sectorial al interior de la economía generado por incrementos en el precio de los *commodities*, o el descubrimiento y explotación de recursos naturales (Gylfason, 2008).

Formalmente, Corden & Neary (1982) presentan el modelo básico de enfermedad holandesa que busca identificar los efectos de un auge⁶ en el sector que exporta recursos naturales sobre una economía exportadora neta de este recurso. En este modelo se asume (i) una economía pequeña y abierta, (ii) dos sectores de bienes transables, sector manufacturero y sector energético⁷, cuyo precio se determina internacionalmente y un sector que produce bienes no transables, sector servicios, cuyo precio se determina por el equilibrio entre oferta y demanda nacional, (iii) los factores productivos en los tres sectores son capital y trabajo, (iv) los precios del capital y los salarios son perfectamente flexibles, (v) se asume pleno empleo, (vi) el trabajo

⁵El término “enfermedad holandesa” surge como referencia al proceso de desindustrialización que experimentó Holanda en la década de los sesenta luego del descubrimiento de grandes depósitos de gas en el mar del norte

⁶El auge puede ser originado por (i) incremento en el precio del recurso natural en el mercado internacional, (ii) cambio técnico y (iii) descubrimiento de nuevos recursos

⁷Sector que explota y exporta petróleo o derivados. Sin embargo, el análisis se puede extender a sectores especializados en la explotación y exportación de otros recursos naturales

tiene libre movilidad entre sectores y se equilibra hasta el punto en que los salarios se equilibren a nivel local.

De acuerdo con estos autores, un auge en el sector energético tiene dos efectos sobre la economía: el efecto movimiento de recursos y el efecto gasto. Ambos efectos tienen incidencia sobre la apreciación del tipo de cambio real, definido como la relación entre los precios de los bienes no transables y los transables. A continuación se presenta el esquema básico.

El auge en el sector energético genera un incremento en el nivel de salarios al aumentar la demanda por mano de obra. El resultado es un movimiento de trabajadores desde los sectores manufacturero y servicios hacia el sector energético. El efecto sectorial que tiene este movimiento de trabajadores dependerá del tipo de bienes que produce cada sector.

Por un lado, el sector manufacturero reduce su nivel de producción⁸ al menguar el factor trabajo en su función de producción. Teniendo en cuenta que el precio de los bienes transables se determina en el mercado internacional, el sector manufacturero no puede compensar esta reducción en la producción con aumento en precios, y la demanda interna por manufacturas se equilibra con importaciones. Por otra parte, bajo la misma lógica, el sector servicios experimenta una reducción en su oferta, lo cual genera un exceso de demanda por servicios en el mercado nacional; sin embargo, a diferencia del sector manufacturero puede compensar este exceso incrementando precios.

Asumiendo que los bienes producidos por el sector servicios son normales⁹, el efecto gasto se materializa cuando parte de los recursos que genera el auge se destinan al consumo de bienes de este sector. Este aumento del gasto en bienes del sector servicios genera un exceso de demanda adicional al que se tenía por el efecto movimiento de recursos, lo cual presiona al alza, una vez más, los precios del sector no transable. Como resultado del exceso de demanda e incremento en los precios del sector servicios, se incrementa la demanda por mano de obra en este sector, lo cual presiona al alza los salarios¹⁰. El resultado final es un equilibrio con un mayor nivel de salarios, apreciación del tipo de cambio real y contracción de la producción del sector industrial.

Con el objetivo de establecer la relación entre el efecto ingreso, proveniente de un auge en el sector energético, y el nivel de desempleo, es necesario asumir algún tipo de rigidez en el modelo. Las variantes del modelo son presentada en [Corden & Neary \(1982\)](#) y ampliadas en [Corden \(1984\)](#) al incluir distintos tipos de rigideces.

⁸Esta reducción en la producción asociada con una disminución en el factor trabajo, formalmente es definida en este modelo como desindustrialización directa

⁹Bienes cuya elasticidad precio de la demanda es mayor que 1

¹⁰Al igual que en el efecto movimiento de recursos, el alza en los salarios por parte del sector servicios genera un desplazamiento de trabajadores desde otros sectores hacia este, lo cual implica menor cantidad de mano de obra disponible en el sector manufacturero y, por tanto, un menor nivel de producción. Esta contracción en la producción manufacturera, dentro del modelo, se define como desindustrialización indirecta

Una posibilidad es asumir que el sector manufacturero utiliza una cierta clase de trabajo, que no es fácilmente utilizada por los demás sectores productivos¹¹. Ante un auge, los efectos movimiento de recursos y gasto generan la apreciación del tipo de cambio real, abaratando la importación de manufacturas. Este nuevo escenario implica un aumento en la demanda por manufacturas importadas y un descenso en la demanda por manufacturas producidas al interior del país, lo cual es corregido por parte del sector manufacturero reduciendo la demanda de mano de obra y generando desempleo.

Por otra parte, una variante adicional a este modelo puede plantearse en el caso de economías en desarrollo donde la mayor proporción del consumo se presenta en bienes no transables. En este caso, [Puyana & Oxon \(1994\)](#) plantean que el ingreso proveniente de auges en el sector energético generan presiones sobre el nivel general de precios y revaluación del tipo de cambio real. Esta revaluación genera, entre otros¹², un abaratamiento de los bienes de capital importados que, de acuerdo con el tipo de sustituibilidad entre capital y trabajo, genera incrementos en el nivel de desempleo.

1.3.2. Comercio Internacional

Si las economías exportadoras de energía cuentan con un sector exportador importante, en relación con el tamaño del mercado interno, el aumento en la cotización del crudo puede tener efectos negativos sobre la economía en su conjunto. En primer lugar, el aumento en el precio del petróleo tiene efectos recesivos sobre las economías importadoras e intensivas en el consumo de energía. Este efecto recesivo implica una reducción en la demanda mundial por bienes y servicios, lo cual tiene incidencia directa sobre las economías con un sector exportador relativamente grande ([Bjørnland, 2009](#))

En este punto cobra relevancia el tipo de perturbación que origina la variación en el precio. Esta se puede presentar tanto por cambios en la demanda mundial de *commodities* como por variaciones en la oferta del crudo. De esta manera, el comercio internacional tendrá efectos heterogéneos sobre las economías exportadoras dependiendo de la fuente de la perturbación en el precio.

De acuerdo con [Bjørnland & Thorsrud \(2014\)](#), incluso el efecto de una caída en la cotización del crudo puede diferir dependiendo del origen de la perturbación y la estructura exportadora de la economía. En particular, una caída en el precio del petróleo, a causa de un aumento en su oferta, implica un mayor ingreso disponible para los países importadores de energía, lo cual se traduce en un aumento de la demanda mundial por bienes y servicios, incluidos aquellos exportados por las

¹¹Una forma de ver esto, es asumir que el sector energético es intensivo en capital, por lo cual su demanda por mano de obra es baja y no tiene incidencia directa sobre el mercado de trabajo

¹²Pérdida de competitividad del sector industrial con respecto al resto del mundo, bajas perspectivas de diversificación productiva, fuga de capitales, deterioro de la actividad económica y crisis cambiaría ([Puyana & Oxon, 1994](#))

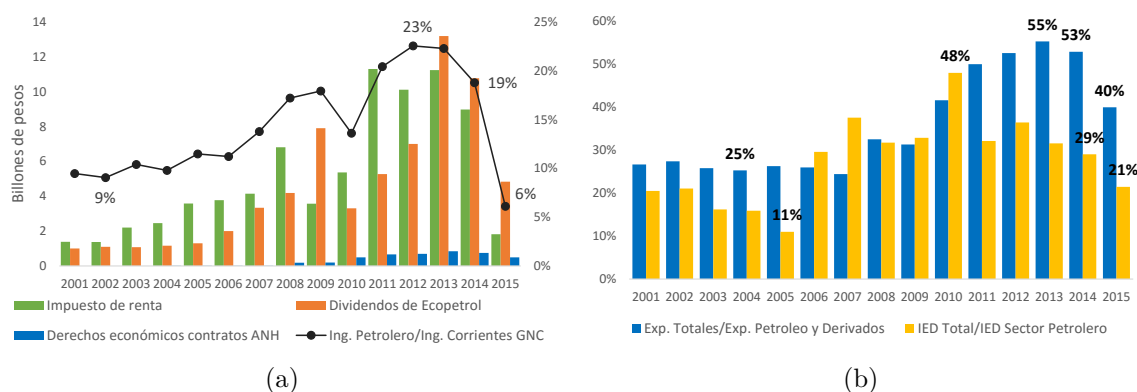
economías cuya renta petrolera se ve aminorada. Por el contrario, una perturbación negativa en la cotización del crudo, a causa del deterioro de la actividad económica mundial, puede generar mayores efectos recesivos sobre las economías exportadoras, debido al descenso en la demanda por sus exportaciones tradicionales.

2. Hechos estilizados

Durante el periodo 2002-2014 la economía colombiana enfrentó un escenario internacional favorable asociado con un alto grado de liquidez internacional, mayores flujos de capital, menores tasas de interés y primas de riesgo, que fortalecieron la demanda nacional (Toro et al., 2015). Adicionalmente, en este periodo se observó un crecimiento sostenido en la cotización internacional del petróleo, que en conjunto con las reformas realizadas en el sector de hidrocarburos por parte gobierno nacional, mediante el decreto número 1760 del 26 junio de 2003¹³, propiciaron el incremento en las actividades de exploración y producción al garantizar una mayor competitividad y rentabilidad en el sector (Reina & Macías, 2015).

Este auge estuvo acompañado de un incremento en la participación de las exportaciones del sector petrolero sobre el total de las exportaciones nacionales, pasando del 25 % en 2004 a un máximo de 55 % en 2013. Además, el flujo de recursos hacia el sector petrolero como porcentaje del total de la inversión extranjera directa (IED) en el país pasó de 11 % en 2005 a 48 % en 2010 (ver figura 1).

Figura 1: Sectores externo y fiscal



Fuente: Informe estadístico ACP y DANE

¹³Mediante este decreto se realiza la escisión de Ecopetrol de la administración integral de las reservas de hidrocarburos de propiedad de la nación y la administración de los activos no estratégicos representados en acciones y participaciones en sociedades, se crean la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), para la administración integral de las reservas de hidrocarburos de propiedad de la nación, y la Sociedad Promotora de Energía de Colombia S.A., cuyo objetivo principal es la participación e inversión en compañías cuyo objeto social se relacione con actividades del sector energético o con actividades similares, conexas o complementarias (Decreto 1760)

La caída en los precios internacionales a mediados del año 2014 han tenido una fuerte incidencia sobre la economía colombiana. En el sector externo, significó una reducción de 15pp en el volumen de exportaciones de petróleo y derivados con respecto al total de exportaciones colombianas y una caída de 6pp en la IED del sector con respecto al total de IED en el año 2015. Esto último, ha generado incrementos en los tipos de cambio nominal y real, desbalances comerciales y desaceleración de la economía colombiana (ver los trabajos de [González et al. \(2013\)](#), [Hamann et al. \(2015\)](#), [IMF \(2015b\)](#) y [IMF \(2015a\)](#) para más detalles sobre la caída en los precios del petróleo y su incidencia sobre el sector externo en Colombia).

Adicionalmente, el sector petrolero tuvo un papel importante en los ingresos corrientes del Gobierno Nacional (GNC) durante 2002-2014. En la figura 1, panel a, se presentan las principales formas de recaudo de las utilidades del sector petrolero por parte del GNC y el aporte porcentual de estos ingresos en el total. Del año 2002 al 2012 la participación de los ingresos petroleros en el total de los ingresos corrientes del GNC creció en 19pp hasta alcanzar un máximo de 23% en 2012.

Es importante señalar que los ingresos petroleros como porcentaje del total de ingresos corrientes del GNC mostraron una marcada reducción en el año 2015. Estos ingresos experimentaron una caída de 13pp al año siguiente de la perturbación petrolera, pasando de 19pp a 6pp. Este último resultado fue liderado por la reducción de 5.9 billones de pesos en los dividendos de Ecopetrol girados al gobierno, y una caída de 4.1 billones de pesos por concepto de impuestos de renta. Esto último, tiene implicaciones contractivas en el gasto en los sectores social, justicia y seguridad, infraestructura y administración del estado.

En el sector real, como lo plantea [Martínez \(2016\)](#), la menor rentabilidad del sector petrolero ha comenzado a impactar los presupuestos de inversión y exploración de las empresas petroleras, lo cual repercute de manera directa en la dinámica económica regional.

De esta manera, como resultado de la expansión del sector de hidrocarburos entre los años 2012 a 2014, los sectores externo, real y fiscal de la economía, fuertemente expuestos a variaciones en el precio internacional del petróleo, representan los principales mecanismos de transmisión de las perturbaciones en la cotización internacional del crudo.

Por su parte, en cuanto al mercado laboral, es importante mencionar que el sector petrolero es altamente intensivo en capital, y la mano de obra requerida en su actividad se caracteriza por ser altamente calificada, por lo cual, cambios en el tamaño de la actividad productiva del sector no tienen impacto sobre la demanda de mano de obra directa.

En particular, dos trabajos recientes, haciendo uso de las matrices de utilización del DANE de 2005 y 2012 ([Villar et al., 2014](#)) y de la construcción de la matriz de insumo producto para el periodo 2000-2010 a partir de los cuadros de oferta y utilización del DANE ([López et al., 2013](#)), estiman que los encadenamientos productivos hacia adelante y hacia atrás de la actividad petrolera son poco relevantes y se presentan

en actividades del mismo sector (petróleo y gas, y refinación) lo cual muestra la poca incidencia en la creación de empleo de este sector, a través del consumo intermedio en otros sectores.

3. Metodología

Con el fin de estimar la incidencia de las variaciones en el precio internacional del petróleo sobre la tasa de desempleo en Colombia, en esta sección se estima un modelo de vectores autorregresivos estructural con variables exógenas (SVARX) siguiendo la especificación estructural de [Gali \(1992\)](#). Para establecer la diferencia entre auges y caídas en la cotización del petróleo, siguiendo el trabajo de [Mork \(1989\)](#), se define el logaritmo del precio de referencia w_t como lw y su tasa de crecimiento trimestral como dlw . Se estiman las transformaciones $dlwp$ (*proxie* para las perturbaciones positivas) y $dlwn$ (*proxie* para las perturbaciones negativas), que serán incluidas como variables exógenas¹⁴ dentro del modelo, de acuerdo con las siguientes reglas:

$$\begin{aligned} dlwp_t &= \max(0, dlw_t) \\ dlwn_t &= |\min(0, dlw_t)| \end{aligned}$$

Como fue planteado en la sección anterior, las variaciones en la cotización internacional del petróleo afectan en gran medida los ingresos y gastos del gobierno nacional, así como el crecimiento del producto a través de los canales externo y real. De esta manera, se busca entender el ajuste del desempleo ante perturbaciones en el producto nacional, el gasto del gobierno y cambios en los precios internacionales del petróleo.

3.1. Identificación

Sean \mathbf{y}_t y \mathbf{x}_t , con $t = 1, \dots, T$, dos vectores conformados por N variables endógenas y M variables exógenas respectivamente. Formalmente, \mathbf{y}_t tiene la siguiente representación vectorial autorregresiva estructural con variables exógenas o *SVARX* (p, q):

$$\mathbf{\Gamma}_0 \mathbf{y}_t = \boldsymbol{\alpha} + \sum_{i=1}^p \mathbf{\Gamma}_i \mathbf{y}_{t-i} + \sum_{j=1}^q \mathbf{A}_j \mathbf{x}_{t-i} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (1)$$

O en forma compacta, haciendo uso del polinomio operador de retardos, como:

$$\mathbf{\Gamma}(L) \mathbf{y}_t = \boldsymbol{\alpha} + \mathbf{A}(L) + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (2)$$

¹⁴La inclusión del comportamiento del precio internacional del petróleo como variable exógena, se debe al tamaño del sector petrolero en Colombia. De acuerdo con [Toro et al. \(2015\)](#) la participación de los volúmenes de producción y reservas petroleras en 2013 fueron de 1.2% y 0.1% respectivamente, y por tanto, Colombia puede ser definido como un país tomador de precios.

donde $\mathbf{\Gamma}(L) = \sum_{i=0}^p \mathbf{\Gamma}_i L^i$, $\mathbf{A}(L) = \sum_{j=0}^q \mathbf{A}_j L^j$, $\mathbf{\Gamma}_i$ y \mathbf{A}_j son matrices de tamaño $(N \times N)$ y $(N \times M)$ respectivamente, y $\boldsymbol{\alpha}$ es un vector de tamaño $(N \times 1)$.

Además, el vector de perturbaciones estructurales ($\boldsymbol{\varepsilon}_t$) se distribuye idéntica e independientemente como una normal con $\boldsymbol{\mu} = 0$ y $\boldsymbol{\Sigma} = \mathbf{I}$; es decir, (i) existen tantas perturbaciones estructurales como variables endógenas, (ii) no existen correlaciones entre las perturbaciones y (iii) se normalizan las varianzas de todas las perturbaciones a la unidad (Kilian, 2013).

Al premultiplicar la ecuación (2) por $\mathbf{\Gamma}(L)^{-1}$ se obtiene la siguiente representación de media móvil del modelo en forma estructural:

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Lambda}(L)\mathbf{x}_t + \mathbf{C}(L)\boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (3)$$

donde, $\boldsymbol{\mu} = \mathbf{\Gamma}(L)^{-1}\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{\Lambda}(L) = \mathbf{\Gamma}(L)^{-1}\mathbf{A}(L)$ y $\mathbf{C}(L) = \mathbf{\Gamma}(L)^{-1}$, con $\mathbf{C}_0 = \mathbf{I}$.

Con el fin de permitir la estimación del modelo $SVARX(p, q)$, es necesario expresar el vector \mathbf{y}_t en función de sus propios rezagos. Con este objetivo, al premultiplicar la ecuación (1) por $\mathbf{\Gamma}_0^{-1}$, es posible derivar la versión en forma reducida del sistema o $VARX(p, q)$, tal como se muestra a continuación:

$$\mathbf{\Gamma}_0^{-1}\mathbf{\Gamma}_0\mathbf{y}_t = \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\boldsymbol{\alpha} + \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\sum_{i=1}^p \mathbf{\Gamma}_i\mathbf{y}_{t-i} + \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\sum_{j=1}^q \mathbf{A}_j\mathbf{x}_{t-j} + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

agrupando términos

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{v} + \sum_{i=1}^p \mathbf{B}_i\mathbf{y}_{t-i} + \sum_{j=1}^q \boldsymbol{\Theta}_j\mathbf{x}_{t-j} + \mathbf{e}_t$$

donde $\mathbf{v} = \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\boldsymbol{\alpha}$, $\mathbf{B}_i = \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\mathbf{\Gamma}_i$, $\boldsymbol{\Theta}_j = \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\mathbf{A}_j$, $\mathbf{e}_t = \mathbf{\Gamma}_0^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}_t$ y $E(\mathbf{e}_t\mathbf{e}_t') = \boldsymbol{\Omega}$.

Esta última ecuación puede ser expresada en términos del polinomio operador de retardos, de la siguiente manera:

$$\mathbf{y}_t - \mathbf{B}(L)\mathbf{y}_t = \mathbf{v} + \boldsymbol{\Theta}(L)\mathbf{x}_t + \mathbf{e}_t$$

reorganizando términos

$$[\mathbf{I} - \mathbf{B}(L)]\mathbf{y}_t = \mathbf{v} + \boldsymbol{\Theta}(L)\mathbf{x}_t + \mathbf{e}_t$$

donde $\mathbf{B}(L) = \mathbf{B}_1L + \mathbf{B}_2L^2 + \dots + \mathbf{B}_pL^p$ y $\boldsymbol{\Theta}(L) = \boldsymbol{\Theta}_1L + \boldsymbol{\Theta}_2L^2 + \dots + \boldsymbol{\Theta}_qL^q$.

Al premultiplicar este último resultado por $[\mathbf{I} - \mathbf{B}(L)]^{-1}$, se obtiene la representación vectorial de media móvil del modelo en forma reducida que se presenta en la ecuación (4):

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\Psi}(1)\mathbf{v} + \boldsymbol{\Psi}(L)\boldsymbol{\Theta}(L)\mathbf{x}_t + \boldsymbol{\Psi}(L)\mathbf{e}_t \quad (4)$$

donde $\Psi(L) = [I - \mathbf{B}(L)]$, con $\Psi(0) = \mathbf{I}$

A partir de las ecuaciones (3) y (4) se obtienen las siguientes igualdades:

$$\boldsymbol{\mu} = \Psi(1)\mathbf{v} \quad (5)$$

$$\Lambda(L)\mathbf{x}_t = \Psi(L)\Theta(L)\mathbf{x}_t \quad (6)$$

$$\mathbf{C}(L)\boldsymbol{\varepsilon}_t = \Psi(L)\mathbf{e}_t \quad (7)$$

Teniendo en cuenta que $\mathbf{e}_t = \mathbf{C}_0\boldsymbol{\varepsilon}_t$, con $\mathbf{C}_0 = \Gamma_0^{-1}$, de la ecuación (7) se infiere que $\Psi(L)\mathbf{C}_0 = \mathbf{C}(L)$. Si este último resultado es evaluado en $L = 1$, se obtiene el siguiente resultado:

$$\Psi(1)\mathbf{C}_0 = \mathbf{C}(1) \quad (8)$$

Donde la matriz $\mathbf{C}(1) = \sum_{i=0}^{\infty} \mathbf{C}_i$ mide el impacto de largo plazo y la matriz \mathbf{C}_0 el impacto contemporáneo (corto plazo) de las perturbaciones estructurales sobre el conjunto de variables endógenas.

De esta manera, al identificar los coeficientes de la matriz \mathbf{C}_0 es posible obtener los coeficientes de la matriz $\mathbf{C}(L)$, teniendo en cuenta que los coeficientes de $\Psi(L)$ pueden ser estimados de manera consistente y asintóticamente eficiente por medio de mínimos cuadrados ordinarios (Enders, 2004).

A partir de la matriz de varianzas y covarianzas del vector de perturbaciones del modelo en forma reducida, es posible obtener algunos de los elementos de la matriz \mathbf{C}_0 a partir de la matriz $\boldsymbol{\Omega} = E(\mathbf{e}_t\mathbf{e}_t')$, teniendo en cuenta que $\mathbf{e}_t = \mathbf{C}_0\boldsymbol{\varepsilon}_t$. El resultado es la igualdad $\boldsymbol{\Omega} = \mathbf{C}_0\mathbf{C}_0'$ y, por tanto, la matriz de varianzas y covarianzas $\boldsymbol{\Omega}$ permite estimar un total de $n(n+1)/2$ parámetros de la matriz de efectos contemporáneos, siendo necesario imponer un total de $n(n-1)/2$ restricciones adicionales sobre el sistema.

En el caso particular de este documento $\mathbf{y}_t = [dlpib_t, dlg_t, td_t]$ y $\mathbf{x}_t = [dlwp_t, dlwn_t]$, donde $dlpib_t$ es la tasa de crecimiento del PIB, dlg_t es la tasa de crecimiento del gasto del gobierno nacional central, td_t es la tasa de desempleo, y las variables exógenas $dlwp_t$ y $dlwn_t$ corresponden a perturbaciones positivas y negativas en el precio internacional del petróleo respectivamente.

Adicionalmente, se establece el vector de perturbaciones estructurales como $\boldsymbol{\varepsilon}_t = [\boldsymbol{\varepsilon}_t^p, \boldsymbol{\varepsilon}_t^g, \boldsymbol{\varepsilon}_t^d]$, conformado por choques generados por la tasa de crecimiento del PIB ($\boldsymbol{\varepsilon}_t^p$), tasa de crecimiento del gasto del GNC ($\boldsymbol{\varepsilon}_t^g$) y la tasa de desempleo ($\boldsymbol{\varepsilon}_t^d$).

A partir de la matriz $\boldsymbol{\Omega}$ es posible estimar 6 elementos de la matriz \mathbf{C}_0 , por lo cual, se requiere imponer tres restricciones sobre el sistema: (i) las perturbaciones $\boldsymbol{\varepsilon}_t^g$ y $\boldsymbol{\varepsilon}_t^d$, al ser perturbaciones de demanda, no tienen efecto en el largo plazo sobre el PIB y (ii) debido a la inflexibilidad del gasto público en Colombia (Echeverry et al., 2004)¹⁵ se establece que las perturbaciones en la tasa de desempleo no tienen efectos contemporáneos (corto plazo) sobre el gasto del GNC.

¹⁵De acuerdo con estos autores las inflexibilidades en los gastos están representadas por Rentas de Destinación Específica, Transferencias y Recursos Parafiscales.

3.2. Datos

Para la estimación del modelo econométrico, con información del periodo 1994Q1-2015Q4, se utilizaron las series trimestrales del PIB Real y Gasto del Gobierno Nacional Central del DANE, la serie histórica trimestral del precio de referencia WTI de la plataforma REUTERS y la tasa de desempleo trimestral estimada por Pulido (2011).

En el caso de la serie trimestral del PIB, debido a que las cuentas nacionales del país para el periodo 1994 a 2016 se encuentran disponibles en tres bases diferentes (1994, 2000 y 2005), fue necesario extrapolar la serie de la base 2005 hacia atrás a partir de las tasas de crecimiento del PIB de las bases 1994 y 2000 para obtener una serie homogénea.

En el caso de la tasa de desempleo, para el periodo 1994 a 2016, las fuentes primarias de información son la Encuesta Nacional de Hogares (ENH), para el periodo 1970-1999¹⁶, la Encuesta Continua de Hogares (ECH), para el periodo 2000-2006, y la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) desde el año 2006. Es importante señalar que uno de los cambios mas importantes que incluyo la ECH con respecto a la ENH fue el cambio en las definiciones de fuerza de trabajo (ocupados, desocupados e inactivos), lo cual modifico la composición de la Población en Edad de Trabajar (PET) y, por tanto, el nivel de la tasa de desempleo. Adicionalmente, la GEIH represento, con respecto a la ECH, una serie de innovaciones¹⁷ que implicaron la distorsión al alza de la tasa de desempleo, unicamente, durante el periodo 2006-2007. De esta manera, con el propósito de hacer frente a la necesidad de tener una serie lo suficientemente larga para la estimación econometrica, en este documento se utiliza la serie de desempleo para las siete grandes ciudades estimada por Pulido (2011); utilizando el empalme de las series de las encuestas ENH y ECH realizado en Arango et al. (2008), quienes a partir de un modelo *logit* aseguran las mismas definiciones de desocupados en ambos periodos, corrigió la distorsión del periodo 2006-2007 por medio de una regresión con una *dummy* en este periodo¹⁸.

3.3. Estimación

En primer lugar, siguiendo a Lütkepohl & Krätzig (2004) se sustrae de la tasa de desempleo su tendencia con el fin de llevar a cabo el análisis únicamente sobre su comportamiento estocástico. Adicionalmente, teniendo en cuenta que las variables

¹⁶Hasta 1984, con base en la ENH, el DANE reportaba la tasa de desempleo agregada trimestral para las cuatro principales ciudades (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla). A partir de ese año en la encuesta se incluyeron los resultados de Bucaramanga, Pasto y Manizales y sus áreas metropolitanas, para un total de siete ciudades (Arango et al., 2008).

¹⁷1. *Tamaño y estructura de la muestra* (de 13 ciudades a 23), 2. *Tipo de informante* (de idóneo a directo), 3. Cambio en *medio de captura* de la información (de papel a dispositivo Móvil de Captura - DMC) y 4. Cambio en *longitud del cuestionario* y en el *orden* de categorías de respuesta.

¹⁸La serie se encuentra disponible, con información disponible desde 1984, en la sección del mercado laboral del catálogo de series estadísticas publicadas del Banco de la República.

PIB real y Gasto del GNC son no estacionarias, se diferencian las series en logaritmos. De esta manera se obtienen tres transformaciones sobre las cuales se realizara la estimación del modelo: tasa de crecimiento del PIB ($dlpib$), tasa de crecimiento del gasto (dlg) y tasa de desempleo sin tendencia (td).

Cuadro 2: Pruebas de raíz unitaria

Prueba	Variable	k	t	a	Valor Critico			t estadistico
					1% (**)	5% (*)	10%	
ADF	$dlpib$	2	-	-	-2.59	1.94	-1.61	-2.29*
	td	4	-	-	-2.59	1.94	-1.61	-3.37**
	dlg	3	-	-	-2.59	1.94	-1.61	-1.98*
PP	$dlpib$	2	-	x	-3.51	-2.89	-2.58	-8.05**
	td	4	-	x	-3.51	-2.89	-2.58	-3.45*
	dlg	3	-	x	-3.51	-2.89	-2.58	-7.65**

k : rezagos, t : tendencia, a : constante

Fuente: Cálculos del autor

El cuadro 2 presenta las pruebas de raíz unitaria de las series $dlpib$, td y dlg a partir de las pruebas de Dickey-Fuller Aumentada y Phillips Perron. Se encuentra que las series son, como lo requiere la metodología utilizada, integradas de orden cero lo cual garantiza la estabilidad del sistema. La inclusión de componentes determinísticos en las pruebas se llevó a cabo comprobando su significancia estadística, y la selección de rezagos a partir del criterio de información de Schwarz.

Cuadro 3: Selección de rezagos a partir de criterios de Información

Rezagos	Criterio		
	AIC	BIC	HQ
0	-547,90	-540,98	-545,19
1	-589,36	-562,66*	-579,54
2	-596,27*	-551,47	-581,01*
3	-581,095	-520,08	-562,27
4	-580,67	-505,59	-560,44
5	-595,47	-508,81	-576,31

Fuente: Cálculos del autor

Por otra parte, la selección de rezagos del modelo se llevó a cabo a partir de los criterios de información de AIC , BIC y HQ . Dos de los tres criterios sugieren incluir en el modelo 2 rezagos como se puede observar en el cuadro 3.

Adicionalmente, se procedió a verificar el cumplimiento de los requisitos de autocorrelación y normalidad multivariada del vector de errores del sistema en forma reducida. Como se muestra en el cuadro 2, es posible comprobar que la inclusión de 2 rezagos en el sistema garantiza el cumplimiento del supuesto de no autocorrelación.

Cuadro 4: Pruebas de Autocorrelación y Normalidad Multivariada

Prueba	H_0	Estadístico	Valor p
Pormanteu Ajustado	No Autocorrelación	123,53	0,15
Jarque Bera - Multivariada	Normalidad	31,276	0,00
Doornik - Hansen	Normalidad	25,21	0,00

Fuente: Cálculos del autor

Por último, siguiendo a [Gali \(1992\)](#) y [Ocampo & Rodríguez \(2012\)](#) se establecen supuestos sobre las relaciones entre las variables endógenas del sistema. En particular, al ser un sistema de 3 variables la matriz de varianzas y covarianzas del modelo en forma reducida permite estimar un total de 6 parámetros ($n(n + 1)/2$) de los 9 requeridos por el sistema estructural para su completa identificación. Al respecto, haciendo uso del modelo del nuevo consenso macroeconómico, se establecen como supuestos de identificación que las perturbaciones de demanda, asociadas con las variables td y dlg no tienen efectos de largo plazo sobre el producto ($dlpib$), y que la perturbación de demanda asociada con la tasa de desempleo (td) no tiene efectos contemporáneos sobre la decisión de gasto por parte del gobierno, debido a la inflexibilidad del mismo.

3.4. Resultados

El análisis de impulso respuesta muestra que una perturbación de una desviación estándar en el crecimiento del PIB reduce la tasa de desempleo, contemporáneamente, en 0,35 % aproximadamente. Este efecto, se desvanece rápidamente hasta ser prácticamente nulo en el segundo semestre después del impacto. A su vez, se puede observar como una perturbación en la tasa de crecimiento de gasto del GNC genera una caída del desempleo en cerca de 0,25pp solo hasta el tercer semestre luego del impacto; esta perturbación, como se puede observar en la figura 2, no tiene efectos permanentes sobre el desempleo, y a partir del tercer semestre no es estadísticamente significativo.

Se observa un comportamiento procíclico del gasto, que ante incrementos de una desviación estándar en el crecimiento de la economía, alcanza un máximo de 0,2 % en promedio durante el segundo semestre, para posteriormente caer en cerca del 0,5pp en el tercero; a partir del cuarto semestre los efectos son estadísticamente no significativos; este resultado, podría estar reflejando crecimientos en el nivel de gasto, como resultado de mayores ingresos, y una posterior corrección debido a un ajuste en el nivel de actividad económica.

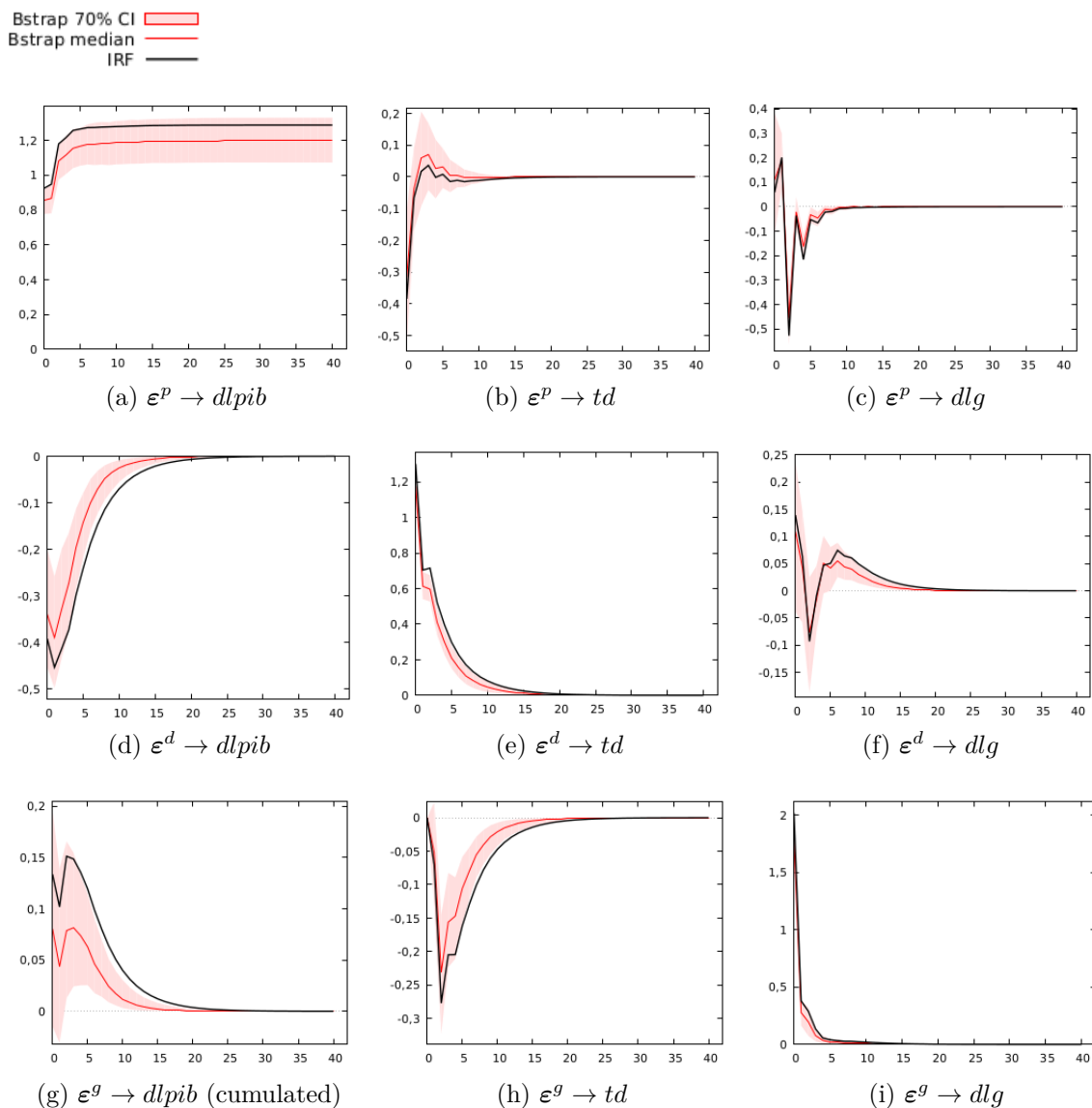
Por su parte, aunque se observa un aumento en el crecimiento de la economía en cerca de 0,13pp luego de un aumento en el gasto del GNC en una desviación estándar, este resultado no es estadísticamente significativo, como se puede observar en la figura 2.

Adicionalmente, se realizan estimaciones sobre la incidencia de un aumento y una

caída, de una desviación estándar, en el precio del petróleo, sobre las variables endógenas del sistema (Figura 3).

En el caso de la caída en el precio, los resultados son los esperados: la tasa de crecimiento del producto cae en cerca de 0,2 % en el primer trimestre y el efecto cae rápidamente a cero a partir del segundo; el efecto sobre la tasa de desempleo es un aumento aproximado de 0,3pp durante el primer trimestre, a partir del cual el efecto se desvanece lentamente hasta perder significancia en el décimo trimestre después de la perturbación; el gasto del gobierno cae en cerca de un 0,3 % en el primer trimestre, aunque se observa que el impacto no es temporal al ser nulo a partir del tercero.

Figura 2: Gráficos de impulso respuesta

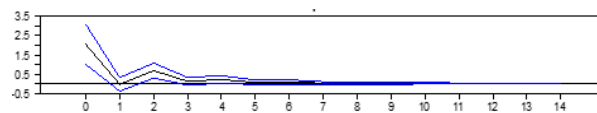


*Los intervalos de confianza se obtuvieron a partir de la técnica no paramétrica de remuestreo *bootstrap* siguiendo a [Lütkepohl & Krätzig \(2004\)](#).

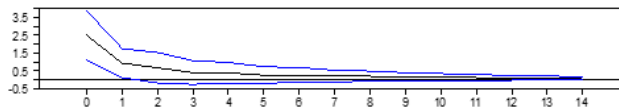
Fuente: Cálculos del autor

Para finalizar, un aumento en el precio internacional del petróleo, en una desviación estándar, genera un aumento de $2pp$ sobre la tasa de crecimiento del producto, y un aumento del gasto del GNC cercano al 1% durante el primer trimestre. Los efectos son estadísticamente no significativos a partir del tercer trimestre. Un aspecto importante en este escenario, es el aumento en la tasa de desempleo en cerca de 2%; este resultado podría dar cuenta del resultado teórico del proceso de enfermedad holandesa: un auge (o incrementos en el precio del petróleo) genera una apreciación del tipo de cambio real, haciendo que los sectores transables de la economía (diferentes al sector en auge) pierdan competitividad en el mercado internacional, lo que reduce su volumen de ventas e ingresos, y ante la necesidad de mantener sus márgenes de ganancias recortan puestos de trabajo que no son absorbidos por el sector petrolero debido a que no es un sector intensivo en mano de obra (Corden & Neary, 1982).

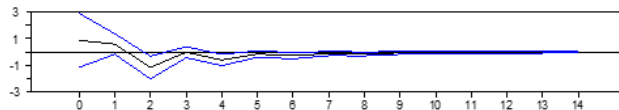
Figura 3: Análisis de Multiplicadores



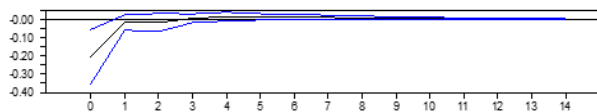
(a) $dlwp \rightarrow dlp$



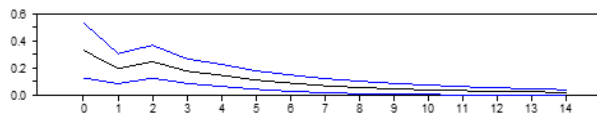
(b) $dlwp \rightarrow td$



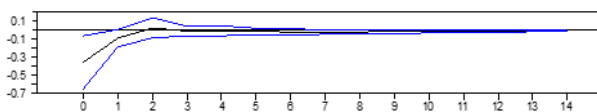
(c) $dlwp \rightarrow dlG$



(d) $dlwn \rightarrow dlp$



(e) $dlwn \rightarrow td$



(f) $dlwn \rightarrow dlG$

Fuente: Cálculos del autor

4. Conclusiones

El procedimiento econométrico realizado en este documento permite establecer una relación directa entre cambios en los precios internacionales del petróleo con mayores niveles de crecimiento económico y gasto por parte del gobierno nacional central.

Auges en el precio internacional del petróleo y respectivos incrementos en las tasas de crecimiento de la economía y del gasto por parte del gobierno, tienen efectos positivos sobre el nivel de empleo agregado. La tasa de desempleo cae en el corto plazo ante los efectos que generan un mayor ingreso petrolero en la dinámica económica y el mayor gasto público. Aunque el crecimiento del PIB tiene un efecto mayor que el del gasto del gobierno en términos porcentuales, en la reducción del desempleo, el efecto de este último es un poco más prolongado.

Es importante señalar que el auge en los precios internacionales del petróleo no tiene efectos permanentes sobre las variables consideradas como endógenas dentro del modelo econométrico. A su vez, los mayores niveles de gasto público y crecimiento económico, asociados a mayores ingresos petroleros, no tienen efectos de largo plazo sobre la tasa de desempleo.

A partir del análisis comparativo entre los efectos asimétricos de las variaciones positivas y negativas en los precios del petróleo, se concluye que el efecto riqueza (positivo) que genera el incremento en el precio internacional del petróleo es mayor en magnitud que el efecto riqueza (negativo) generado por una caída en los precios, sobre las tasas de crecimiento del gasto y crecimiento económico. Lo cual podría explicar la poca incidencia observada de la caída en el precio del petróleo a mediados del año 2015 sobre el comportamiento descendente de la tasa de desempleo en el país en los trimestres siguientes a la perturbación.

Además, el modelo econométrico permite evidenciar uno de los síntomas asociados con el fenómeno de enfermedad holandesa. En particular, se observa como aumentos en el precio internacional del petróleo generan en el corto plazo incrementos en la tasa de desempleo: este resultado, se encuentra relacionado con la poca incidencia que tiene el sector petrolero en la demanda de mano de obra y la pérdida de competitividad del sector industrial asociada con la apreciación del tipo de cambio real, que ante la imposibilidad de corregir sus márgenes de ganancia incrementando sus precios, demanda una menor cantidad de mano de obra, generando desempleo. Es necesario abordar este resultado de manera específica en futuras investigaciones.

De otro lado, este documento abre la puerta a campos de investigación más específicos. En primer lugar, es importante resaltar la necesidad de establecer la relación del precio del petróleo con el mercado de trabajo en su conjunto, con la informalidad y la estructura sectorial del empleo, no solamente con el desempleo. La característica anticíclica de la informalidad como soporte a situaciones de desempleo es notable en la economía colombiana y uno de los rasgos del periodo considerado en la tesis (López, 2012). Además, debido a los problemas de corrupción y de las facetas extractivas de las instituciones políticas en el país (Robinson, 2016), es necesario

abordar el tema desde el punto de vista de la economía política.

Por ultimo, es importante señalar que el uso de modelos SVAR pese a su gran capacidad de capturar relaciones de simultaneidad entre las variables endógenas (Sims, 1980; Bernanke & Blinder, 1992) y de interpretación de las perturbaciones exógenas a través de la implementación de restricciones contemporáneas (Christiano et al., 1996; Bernanke & Mihov, 1998) y de largo plazo (Blanchard & Quah, 1989; Gali, 1992), que añaden una estructura teórica mas robusta a los modelos, padecen de errores de especificación (inclusión de variables irrelevantes, omisión de variables relevantes y errores de medida en las variables) lo cual genera inconsistencia en la estimación de los efectos de las perturbaciones estructurales. Sin embargo, como lo plantea Stock & Watson (2001) la calibración de modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE por sus siglas en ingles), en los que se plantean claras relaciones de causalidad y expectativas dentro de esquemas teóricos, en la actualidad no logran ajustarse al comportamiento observado de los datos, lo cual si logran los modelos SVAR.

Referencias

- Arango, L., García, A., & Posada, C. (2008). La metodología de la encuesta continua de hogares y el empalme de las series del mercado laboral urbano de Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 61, 207–248.
- Barsky, R. & Kilian, L. (2004). Oil and the macroeconomy since the 1970s. *The Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 115–134.
- Baumeister, C. & Kilian, L. (2016). Forty years of oil price fluctuations: Why the price of oil may still surprise us. *The Journal of Economic Perspectives*, 30(1), 139–160.
- Bernanke, B. & Blinder, A. (1992). The federal funds rate and the channels of monetary transmission. *The American Economic Review*, (pp. 901–921).
- Bernanke, B. & Mihov, I. (1998). Measuring monetary policy. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 869–902.
- Bjørnland, H. (2009). Oil price shocks and stock market booms in an oil exporting country. *Scottish Journal of Political Economy*, 56(2), 232–254.
- Bjørnland, H. & Thorsrud, L. (2014). What is the effect of an oil price decrease on the Norwegian economy. *Working Paper*.
- Blanchard, O. & Quah, D. (1989). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances. *The American Economic Review*, 79(4), 655–673.
- Borge, L., Parmer, P., & Torvik, R. (2015). Local natural resource curse? *Journal of Public Economics*, 131, 101–114.
- Carruth, A., Hooker, M., & Oswald, A. (1998). Unemployment equilibria and input

- prices: Theory and evidence from the united states. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 621–628.
- Christiano, L., Eichenbaum, M., & Evans, C. (1996). Identification and the effects of monetary policy shocks. *Financial Factors in Economic Stabilization and Growth*, (pp. 36–74).
- Corden, W. (1984). Booming sector and dutch disease economics: survey and consolidation. *Oxford Economic Papers*, 36(3), 359–380.
- Corden, W. & Neary, J. (1982). Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. *The Economic Journal*, 92(368), 825–848.
- Davis, S. & Haltiwanger, J. (2001). Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes. *Journal of Monetary Economics*, 48(3), 465–512.
- Decreto (1760). Por el cual se escinde la empresa colombiana de petróleros, ecopetrol, se modifica su estructura orgánica y se crean la agencia nacional de hidrocarburos y la sociedad promotora de energía de colombia s.a. *Presidencia de la República de Colombia*, 26 de Junio de 2003.
- Echeverry, J., Fergusson, L., & Querubín, P. (2004). *La batalla política por el presupuesto de la nación: inflexibilidades o supervivencia fiscal*. Universidad de Los Andes.
- Enders, W. (2004). Applied time series econometrics. *John Wiley and Sons*.
- Gali, J. (1992). How well does the is-lm model fit postwar us data? *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 709–738.
- Gómez, H., Malagón, J., & Ruiz, C. (2014). Colombia frente a una destorcida en los precios del petróleo. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.
- González, A., Hamann, F., & Rodríguez, D. (2013). Macroprudential policies in a commodity exporting economy. *Working Paper*.
- Gylfason, T. (2008). Dutch disease. In S. N. Durlauf & L. E. Blume (Eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Hamann, F., Bejarano, J., & Rodríguez, D. (2015). Monetary policy implications for an oil-exporting economy of lower long-run international oil prices. *Borradores de Economía*, (871).
- Hamilton, J. (1983). Oil and the macroeconomy since world war ii. *Journal of Political Economy*, 91(2), 228–248.
- Hamilton, J. (1988). A neoclassical model of unemployment and the business cycle. *Journal of Political Economy*, 96(3), 593–617.
- Hamilton, J. (2003). What is an oil shock? *Journal of Econometrics*, 113(2), 363–398.

- Hamilton, J. (2009). *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08*. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- IMF (2015a). Commodities: special feature. *World Economic Outlook*.
- IMF (2015b). Perspectivas económicas, las americas: el norte se recupera, el sur aun espera. *Estudios Economicos y Financieros*.
- Karl, T. (2007). Oil-led development: social, political, and economic consequences. *Encyclopedia of Energy*, 4, 661–672.
- Keane, M. & Prasad, E. (1996). The employment and wage effects of oil price changes: a sectoral analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 78(3), 389–400.
- Kilian, L. (2013). Structural vector autoregressions. In N. Hashimzade & M. Thornton (Eds.), *Handbook of Research Methods and Applications in Empirical Macroeconomics*. Basingstoke: Edward Elgar.
- Kilian, L. (2014). Oil price shocks: causes and consequences. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 6(1), 133–154.
- Kilian, L. & Murphy, D. (2014). The role of inventories and speculative trading in the global market for crude oil. *Journal of Applied Econometrics*, 29(3), 454–478.
- López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. (2013). La economía petrolera en colombia (parte ii). relaciones intersectoriales e importancia en la economía nacional. *Borradores de economía*, 748.
- López, H. (2012). El mercado laboral colombiano: tendencias de largo plazo. *El mercado de trabajo en Colombia. Hechos, tendencias e instituciones*, (pp. 81–124).
- Lütkepohl, H. & Krätzig, M. (2004). *Applied time series econometrics*. Cambridge University Press.
- Martínez, A. (2016). Impacto de un nuevo panorama de los precios del petróleo en las diferentes regiones de colombia. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.
- Mork, K. (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.
- Mork, K. (1994). Business cycles and the oil market. *The Energy Journal*, 15, 15–38.
- Ocampo, S. & Rodríguez, N. (2012). An introductory review of a structural var-x estimation and applications. *Revista Colombiana de Estadística*, 35(3), 479–508.
- Pulido, J. (2011). Análisis de estabilidad a partir de la estimación de un modelo de desequilibrio keynesiano para la economía colombiana. Master’s thesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Puyana, A. & Oxon, P. (1994). *La enfermedad holandesa y las bonanzas petroleras*

- y cafeteras en Colombia*. Federación Nacional de Cafeteros.
- Reina, M. & Macías, S. (2015). Informe de coyuntura petrolera. *Fedesarrollo*.
- Robinson, J. (2016). La miseria en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 76.
- Rotemberg, J. & Woodford, M. (1996). Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 28(4), 549.
- Shapiro, C. & Stiglitz, J. (1984). Equilibrium unemployment as a worker discipline device. *The American Economic Review*, 74(3), 433–444.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, (pp. 1–48).
- Stock, J. & Watson, M. (2001). Vector autoregressions. *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 101–115.
- Toro, J., Garavito, A., López, D., & Montes, E. (2015). El choque petrolero y sus implicaciones en la economía colombiana. *Borradores de Economía*, 906.
- Villar, L., Castro, F., Forero, D., Ramírez, J., & Reina, M. (2014). Evaluación de la contribución económica del sector de hidrocarburos colombiano frente a diversos escenarios de producción. *Fedesarrollo*.