

Exportación de petróleo y síntomas de la enfermedad holandesa en Colombia 2005-2019

Juan Carlos García Anaya

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster en Economía y Desarrollo

Director

Isaac Guerrero Rincón

Magíster en Economía

Codirector

Josefa Ramoni Perazzi

Doctor en Economía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Maestría en Economía y Desarrollo

Bucaramanga

2023

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente a la culminación de mi tesis de maestría. En primer lugar, quiero agradecer a mis directores de tesis, Isaac Guerrero Rincón y Josefa Ramoni Perazzi, quienes dedicaron su tiempo y esfuerzo para brindarme su orientación y apoyo constante en este proyecto. Gracias a su guía, pude superar los obstáculos que encontré en el camino, y llegué a comprender más profundamente el tema de mi investigación.

También quiero agradecer al equipo de profesores del programa de maestría en Economía y Desarrollo quienes me brindaron una educación sólida y me dieron las herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo.

Así mismo, quiero expresar mi gratitud hacia mi familia y amigos por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante durante todo el proceso. Gracias por alentarme en los momentos difíciles, celebrar mis logros y por brindarme una fuente inagotable de motivación y alegría.

Por último, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander, y en particular a la Escuela de Economía y Administración, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente. Quiero agradecer al personal directivo y a los docentes por su dedicación y compromiso en impartir sus conocimientos y por su constante apoyo en mi trayectoria académica. Sin ellos, no habría sido posible alcanzar este logro y por ello estoy profundamente agradecido. Gracias por ser una fuente de inspiración y motivación en cada etapa de mi formación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General.....	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Precisiones teóricas y antecedentes	15
2.1 Marco teórico	15
2.1.1 El concepto de enfermedad holandesa	15
2.1.2 Bases teóricas.....	18
2.1.3 Modelo de bienes transables y no transables	20
2.2 Antecedentes.....	21
2.2.1 Antecedentes en Colombia	30
3. Metodología	33
3.1 Tipo de Investigación.....	33
3.2 Alcance de la investigación.....	33
3.3 Método de investigación	34
3.4 Técnica Estadística.....	34
3.4.1 Modelo de vectores autorregresivos	35
3.5 Población y muestra.....	36
3.6 Limitaciones del estudio	38

4. Resultados.....	39
4.1 Equilibrio en una economía pequeña y abierta.....	39
4.2 Concentración inducida por la demanda de servicios intermedios.....	41
4.3 Análisis descriptivos.....	45
4.4 Análisis inferencial.....	47
5. Conclusiones	55
Referencias.....	61

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Variables empleadas en la investigación.	35
Tabla 2. Clasificación de los coeficientes de Gini	43
Tabla 3. Análisis descriptivo de las variables	46
Tabla 4. Matriz de correlación de las variables - Método de Pearson	47
Tabla 5. Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller	48
Tabla 6. Prueba de causalidad de Granger	50
Tabla 7. Criterios de información	48
Tabla 8. Prueba de los supuestos del modelo VAR	52
Tabla 9. Resultados del modelo	49
Tabla 10. Descomposición de la varianza.....	54

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Precio barril petróleo e inversión extranjera directa en Colombia 2000 a 2015	10
Figura 2. Comportamiento de las exportaciones del sector petrolero y manufacturero (izquierda) – porcentaje de las exportaciones de petróleo y manufactura (derecha) 2009 a 2014.	11
Figura 3. Comportamiento de la tasa de cambio en el periodo de 2009 a 2014.	12
Figura 4. Comportamiento temporal del empleo en el sector manufactura (derecha) e índice de términos de intercambio (izquierda), 2009 a 2014.	13
Figura 5. Palabras clave de los artículos sobre el tema “enfermedad holandesa 2004 a 2019”	22
Figura 6. Bases de datos para obtener el índice de participación de la demanda de bienes intermedios y empleo de cada industria.	37
Figura 7. Matriz del índice de participaci.n de la demanda interna de factores productivos.	42
Figura 8. Comportamiento temporal de las variables	45
Figura 9. Función impulso respuesta	53

Resumen

Título: Exportación de petróleo y síntomas de la enfermedad holandesa en Colombia 2005-2019*

Autor: Juan Carlos García Anaya**

Palabras Clave: Enfermedad holandesa, tasa de cambio, crecimiento económico, recursos naturales.

Descripción:

La enfermedad holandesa es un fenómeno económico que se produce cuando la explotación de recursos naturales de un país genera un aumento en los ingresos por exportaciones, lo que a su vez puede generar una apreciación del tipo de cambio real. La presente investigación tuvo como objetivo contribuir con evidencia empírica acerca de la posible relación existente entre la explotación de petróleo y la desindustrialización en el contexto colombiano, entre los años 2005 y 2019. Para ello, se emplearon vectores autorregresivos (VAR) para analizar la descomposición de la varianza y las funciones de respuesta impulso de los datos. Los resultados muestran que en el corto plazo, un aumento en la exportación de petróleo relativa tiene un efecto positivo en la producción transable, pero este efecto disminuye y se acerca a cero en el largo plazo. Asimismo, se observa que la exportación de petróleo relativa no tiene un impacto significativo en la tasa de cambio a largo plazo. En efecto, se concluye que la exportación de petróleo puede tener un efecto limitado en la economía y la producción transable a largo plazo en Colombia.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Isaac Guerrero Rincón. Máster en economía. Codirector: Josefa Ramoni Perazzi. Doctor en economía

Abstract

Title: Exportación de petróleo y síntomas de la enfermedad holandesa en Colombia 2005-2019*

Author(s): Juan Carlos García Anaya¹

Key Words: Dutch disease, exchange rate, economic growth, natural resources

Description:

Dutch disease is an economic phenomenon that occurs when the exploitation of a country's natural resources generates an increase in export revenues, which in turn can generate an appreciation of the real exchange rate. The present research aimed to contribute with empirical evidence on the possible relationship between oil exploitation and deindustrialization in the Colombian context, between 2005 and 2019. For this purpose, vector autoregressive regression (VAR) was used to analyze the variance decomposition and the impulse response functions of the data. The results show that in the short run, an increase in relative oil exports has a positive effect on tradable production, but this effect decreases and approaches zero in the long run. It is also observed that relative oil exports do not have a significant impact on the exchange rate in the long run. In effect, it is concluded that oil exports may have a limited effect on the economy and tradable production in the long run in Colombia.

* Degree Work

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Isaac Guerrero Rincón. Máster en economía. Codirector: Josefa Ramoni Perazzi. Doctor en economía

Introducción

El fenómeno de la enfermedad holandesa es un tema importante en la economía de los países en vía de desarrollo. Este fenómeno se presenta cuando un país experimenta una gran bonanza en su sector exportador de materias primas, lo que provoca una apreciación real de su moneda y en consecuencia una disminución de los sectores productivos no vinculados a la extracción de dichos recursos, como el sector manufacturero y agroindustrial. La situación desencadena una serie de efectos negativos en la economía involucrando riesgos fiscales y financieros que pueden tener consecuencias políticas y sociales.

Colombia ha sido uno de los países en la región que ha experimentado un proceso significativo de extracción de recursos naturales en las últimas décadas, y, por lo tanto, también se ha expuesto a los riesgos de la enfermedad holandesa. En el periodo comprendido entre 2005 a 2019, la economía del país experimentó un boom en la extracción de sus recursos naturales más valiosos, tales como petróleo y carbón, dada su importancia en la economía colombiana y en la balanza comercial del país. Esto se debió principalmente a la apertura económica adoptada por Colombia durante a inicios de 1990 y años más tarde con atractivos incentivos para la inversión extranjera.

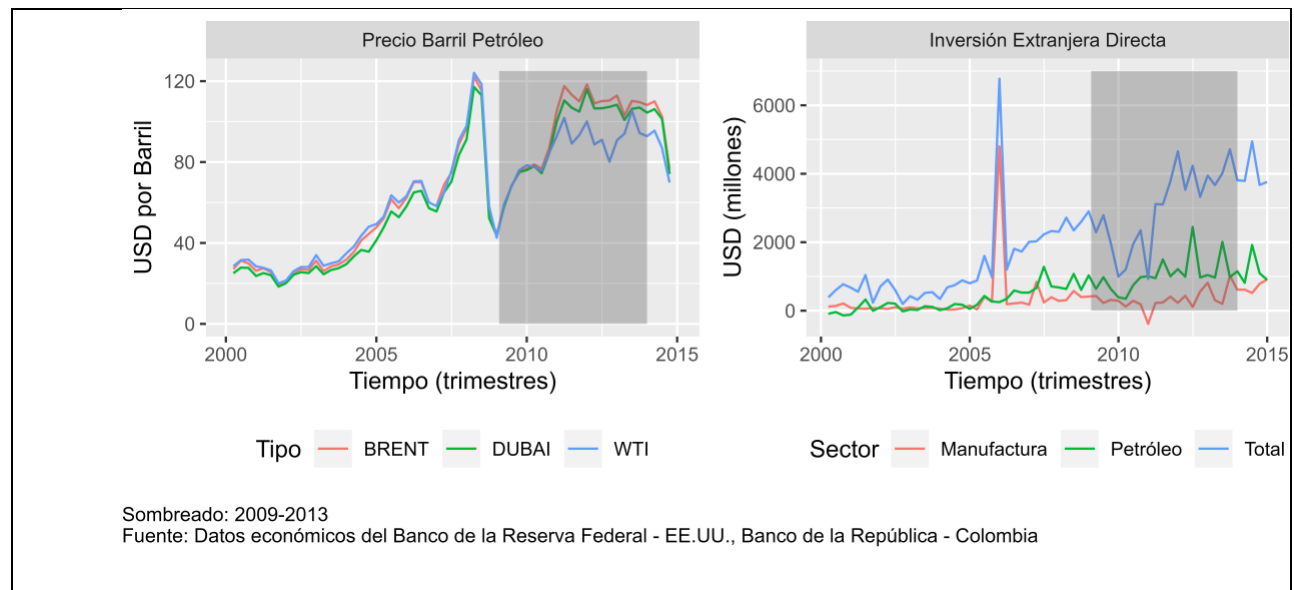
Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan en la figura 1 los datos históricos del precio de petróleo crudo BRENT, WTI y DUBAI. Asimismo, se muestra el comportamiento a través del tiempo de las exportaciones totales, las del sector petrolero y manufacturero, entre los años 2000 y 2014, a partir de datos trimestrales. Durante este periodo de tiempo, Colombia experimentó un aumento en la exportación de petróleo, debido al incremento de los precios internacionales de petróleo a partir de 2002 (Perilla, 2010).

Posteriormente, con la reestructuración y creación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), Colombia se volvió atractiva para los inversionistas nacionales y extranjeros, lo que se

tradujo en un incremento en el número de contratos de exploración y perforación firmados. En la figura 1, también se muestra el comportamiento de la inversión extranjera directa en Colombia, en el cual se observan picos importantes de inversión destinados al sector petrolero a partir del año 2008.

Figura 1.

Precio barril petróleo e inversión extranjera directa en Colombia 2000 a 2015.



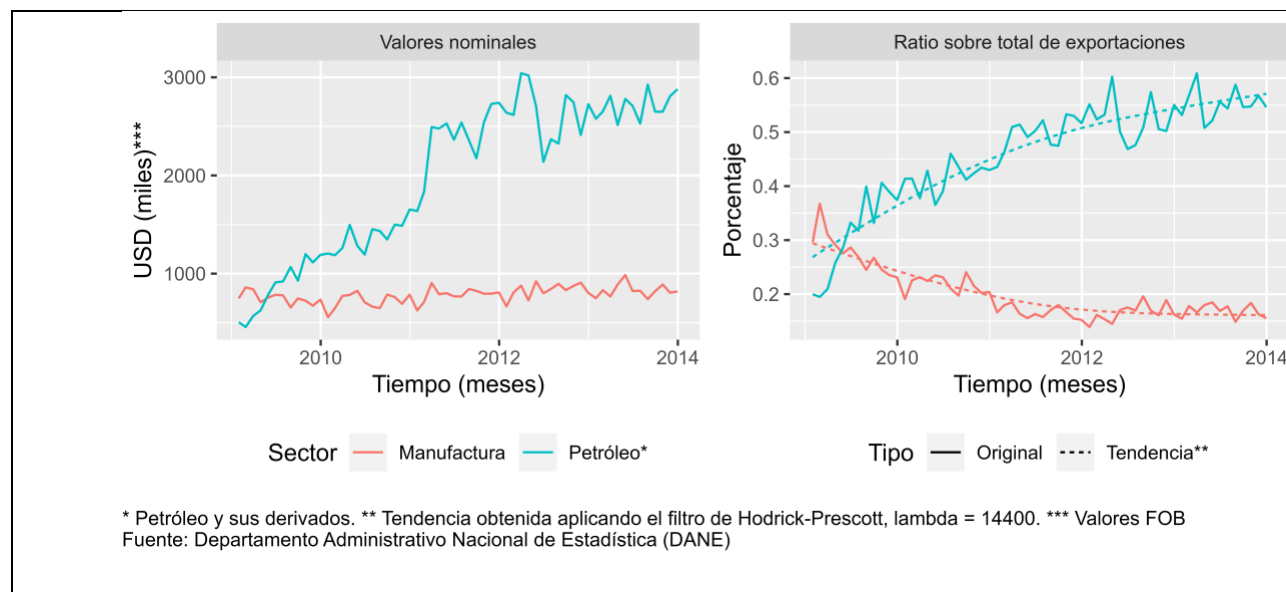
Nota. El gráfico representa el precio del barril de petróleo e inversión extranjera directa en Colombia 2000 a 2015. Información tomada de *Banco de la República*.

En concordancia con la figura 1, el aumento en las exportaciones en Colombia se debe en gran medida a un boom exportador de materias primas, en lugar de productos industriales o manufacturados, como se puede observar en la figura 2. Sin embargo, las condiciones de una devaluación del peso colombiano, altos sobrecostos y una mayor competencia internacional, han afectado a las industrias manufactureras exportadoras colombianas. A pesar de las exportaciones diversificadas de Colombia desde los primeros años del nuevo milenio, antes del 2009, el país estaba expuesto a la volatilidad de la demanda internacional del petróleo y al auge de las exportaciones del sector primario (Torres y Gilles, 2012). En la figura 2, se presenta en detalle el comportamiento

temporal de las exportaciones del sector petrolero y manufacturero de Colombia, datos recopilados de forma mensual.

Figura 2.

Comportamiento de las exportaciones del sector petrolero y manufacturero (izquierda) – porcentaje de las exportaciones de petróleo y manufactura (derecha) 2009 a 2014.



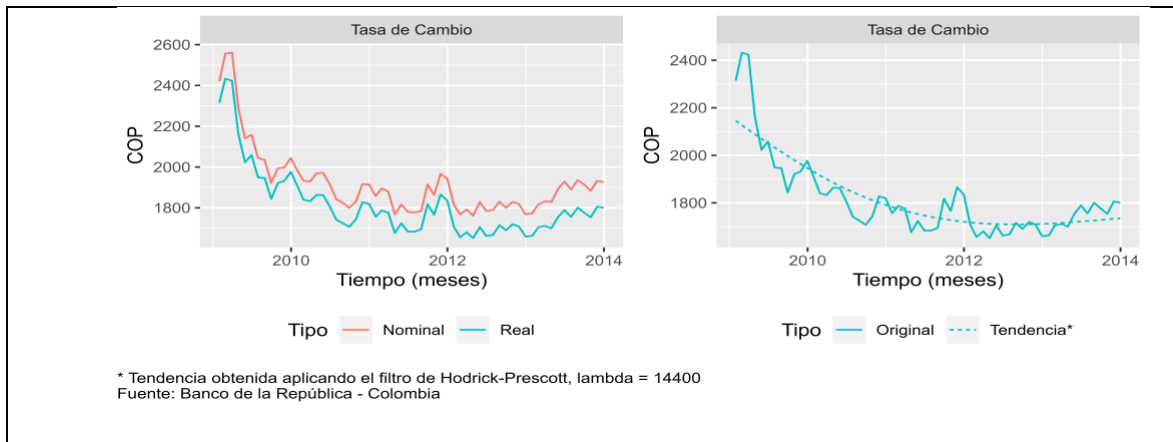
Nota. El gráfico representa el comportamiento de las exportaciones del sector petrolero y manufacturero (izquierda) – porcentaje de las exportaciones de petróleo y manufactura (derecha) 2009 a 2014. Información tomada de *Banco de la República*.

En este contexto, se observa en la figura 1 un incremento en los precios del petróleo, Así mismo se evidencia un aumento en la inversión extranjera directa en Colombia, lo que implica un mayor ingreso de divisas, principalmente en dólares estadounidenses. A su vez, el país registra un superávit comercial y una mayor venta e ingreso de divisas extranjeras, especialmente dólares estadounidenses, derivados del comercio internacional con Colombia, en gran parte por las exportaciones de petróleo, tal como lo señala Sierra y Manrique (2014).

Este escenario, de acuerdo con los mismos autores, puede generar una apreciación del peso que, a su vez, eleva los costos de producción y encarece los factores productivos, impactando directamente en la industria manufacturera, como se muestra en la figura 3.

Figura 3.

Comportamiento de la tasa de cambio en el periodo de 2009 a 2014.

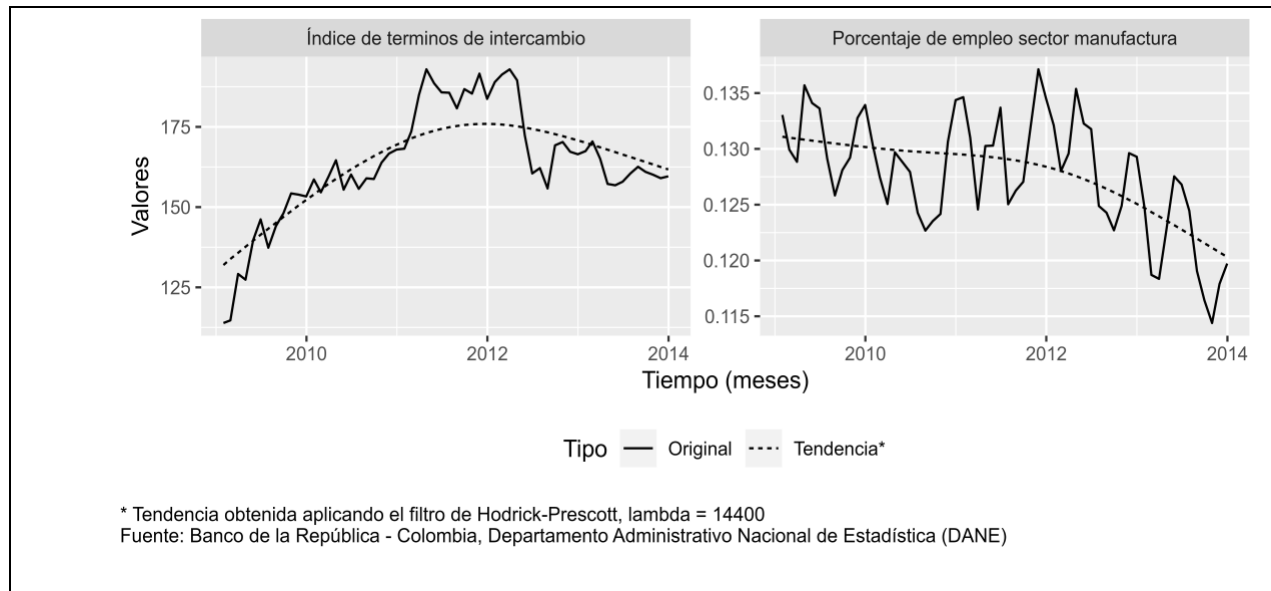


Nota. El gráfico representa el comportamiento de la tasa de cambio en el periodo de 2009 a 2014.

Ahora bien, para evaluar la presencia de indicios de enfermedad holandesa en Colombia durante el periodo 2005-2019, es necesario considerar el comportamiento de dos indicadores macroeconómicos: los términos de intercambio y el empleo en el sector manufacturero. Según Hernández (2013), entre los años 1994 y 2011 los términos de intercambio tuvieron un efecto positivo en el crecimiento económico del país, llegando incluso a representar un tercio del mismo. No obstante, la apreciación real de la tasa de cambio observada desde finales de 2003, atribuida a los mismos términos de intercambio (Arteaga et al., 2013), ha afectado la industrialización en el país, especialmente en las regiones interiores, agravada por la ausencia de políticas industriales activas (Araújo, 2010). Asimismo, ha resultado en una disminución del empleo en el sector manufacturero debido a la apreciación del peso colombiano (Ortega y Sierra, 2016). De esta manera, resulta necesario analizar en profundidad la situación para solucionar los problemas encontrados.

Figura 4.

Comportamiento temporal del empleo en el sector manufactura (derecha) e índice de términos de intercambio (izquierda), 2009 a 2014.



Nota. El gráfico representa el comportamiento temporal del empleo en el sector manufactura y el comportamiento en el índice de términos de intercambio 2009 a 2014.

Tomando en cuenta las consideraciones previamente mencionadas, el panorama económico de Colombia durante el periodo de análisis muestra indicios de posibles síntomas de la enfermedad holandesa, la cual se caracteriza por la paradoja perjudicial y distópica existente entre los indicadores externos macroeconómicos favorables y los internos adversos, ambos causados por un aumento significativo de las divisas extranjeras en el país, atribuido principalmente al aumento de la producción de campos petroleros maduros. Por esta razón, es importante investigar si existe una correlación entre estos indicadores macroeconómicos y, en caso de que exista, medir cuál es el impacto que tiene en la producción y exportación de petróleo y los demás sectores económicos. Será necesario analizar a fondo esta situación para entender los factores que la están generando y poder encontrar soluciones adecuadas.

Dadas las consideraciones anteriores, la presente investigación, tiene como objetivo estudiar el fenómeno de la enfermedad holandesa en Colombia durante el periodo mencionado, evaluando los efectos de dicho fenómeno en la economía colombiana. En particular, se analizará cómo la apreciación del tipo de cambio real incide en el crecimiento económico, la productividad y la competitividad. Para alcanzar este propósito, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre la enfermedad holandesa y su impacto en otros países. Se utilizará un análisis econométrico para evaluar la relación entre las variables relevantes y para determinar si Colombia ha sido afectada por el fenómeno de la enfermedad holandesa.

Por consiguiente, este documento se divide en distintas secciones con el objetivo de presentar de manera clara y ordenada la propuesta de estudio. En el capítulo 1, se expone el objetivo principal que persigue este trabajo. En el segundo apartado se presenta el marco referencial, donde se detallan los documentos que se tomaron como guía para la construcción de la presente propuesta, así como las teorías relacionadas con la temática de estudio.

En la tercera sección, se describe el marco metodológico utilizado para resolver el problema planteado. En el cuarto capítulo, se presenta el análisis de los resultados obtenidos a través de la técnica empleada. Finalmente, en el capítulo quinto, se expresan las conclusiones derivadas del estudio y se proporcionan algunas recomendaciones pertinentes.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar si el aumento de las exportaciones de petróleo relativo ha causado síntomas de enfermedad holandesa en la economía colombiana durante el período 2005-2019.

1.2 Objetivos Específicos

Describir la discusión teórica y estado del arte sobre el fenómeno de enfermedad holandesa.

Examinar la relación entre el aumento de las exportaciones de petróleo relativo y la producción transable relativa.

Demostrar la relación entre el incremento de las exportaciones de petróleo relativo y el tipo de cambio real.

2. Precisiones teóricas y antecedentes

2.1 Marco teórico

2.1.1 El concepto de enfermedad holandesa

La "enfermedad holandesa" es un fenómeno económico que se originó en los Países Bajos en la década de 1960, y que describe las consecuencias económicas de descubrimientos de recursos naturales como el gas natural en la región de Groninga. Esta situación se produce cuando el aumento de los ingresos generados por la industria de los recursos naturales induce un incremento en el gasto interno, lo que resulta en un aumento de la producción de bienes y servicios no comercializables.

Algunos estudios, como el realizado por Corden y Neary (1982), han explorado esta situación en términos de modelización económica del fenómeno. En su modelo, los autores distinguieron entre tres categorías de bienes producidos en una economía: los recursos naturales, los bienes transables como las manufacturas y los bienes no transables como los servicios. Los precios de los bienes

transables, como las manufacturas y el petróleo, se ven afectados por la oferta y la demanda en el mercado global, mientras que los precios de los servicios dependen de la oferta y la demanda internas.

Los síntomas de la enfermedad holandesa, según dicho modelo, se deben al flujo de capital producido por la exportación de recursos naturales, que genera una apreciación del tipo de cambio real. Esta apreciación del tipo de cambio provoca una afectación en los precios de los sectores transables y no transables, lo que implica una reducción en la competitividad de los primeros en el mercado global y un aumento en el costo de producción de dichos bienes.

Corden y Neary (1982) distinguen dos efectos del mal holandés: un efecto de movimiento de recursos y un efecto de gasto. El efecto de movimiento de recursos se divide en dos etapas: durante la primera, el tipo de cambio real permanece constante, mientras que en la segunda, el tipo de cambio varía. Según el supuesto de que el suministro de recursos naturales no es perfectamente inelástico, un aumento en el precio de estos commodities aumentaría el capital y la demanda de mano de obra en el sector petrolero, lo que aumentaría el retorno de capital y los salarios. Estos efectos provocarían un desplazamiento de mano de obra desde otros sectores hacia el sector de la bonanza, lo que reduciría la producción y el empleo en los sectores manufactureros. Esto a su vez se podría denominar como "desindustrialización directa", el cual, provocaría un aumento del precio de los bienes no transables en relación con los bienes transables, lo cual llevaría igualmente a una apreciación del tipo de cambio real. Cabe destacar que aunque el precio de los productos manufacturados no experimente variaciones, puesto que se establece en el mercado externo, la reducción en la producción de servicios conduciría a una mayor demanda de los mismos y, por ende, a un incremento en su precio. Esta situación ocasionaría una disminución en la producción de servicios, lo que tiene el potencial de generar graves consecuencias económicas.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que el efecto de movimiento de recursos solo se presentará si se produce un desplazamiento considerable de trabajadores hacia el

sector con bonanza, mientras que el efecto de gasto se generará independientemente de estos desplazamientos. Este último efecto surge a raíz del aumento de los salarios y beneficios en el sector, lo que provoca un incremento en la demanda agregada en la economía. Es importante señalar que, cuanto mayor sea la demanda de servicios de producción nacional, mayor será el precio de los mismos, a diferencia del petróleo y la manufactura, cuyos precios no se fijan en un ámbito local.

Siguiendo los postulados de Corden y Neary (1982), los autores mencionan que la combinación de ambos efectos puede generar tres posibles escenarios. El primero se presenta si se produce un aumento de los precios relativos, lo que apreciará el tipo de cambio real. El segundo escenario se refiere a una desindustrialización directa, que ocurre cuando disminuye la producción y el empleo en el sector manufacturero. En tercer lugar, está la combinación del empleo y la producción en el sector servicios y petróleo, tomando en cuenta que los efectos de movimiento de recursos y de gasto van en direcciones opuestas. Bajo esta perspectiva, si la demanda de trabajadores en el sector petrolero disminuye, el efecto de gasto será mayor que el efecto de movimiento de recursos, lo que conducirá a un aumento en la producción y el empleo en el sector servicios.

De acuerdo con lo mencionado por Ramírez (2014), los efectos perniciosos del mal holandés en los sectores transables, como el manufacturero, se deben a varias razones. Uno de los principales efectos radica en que la contracción del sector manufacturero puede ser definitiva, lo que representa un problema grave. Este fenómeno se ha descrito comúnmente como una enfermedad debido a que se espera que este sector no se recupere una vez que termine el auge de un recurso natural, como pueden ser el oro, el cobre o el petróleo, y las remesas dejen de recibirse por causas externas.

Varios estudios han abordado la existencia de la enfermedad holandesa, proporcionando un marco teórico que permite comprender los efectos de la economía colombiana ante la aparición de booms de recursos naturales, como los experimentados por el café y el petróleo. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Puyana y Oxon (1994), quienes, basándose en el modelo de la enfermedad

holandesa desarrollado por Corden y Neary (1982), analizaron el comportamiento de la industria cafetera en Colombia durante el auge cafetero de 1975 y la actividad minera. En su informe, los autores destacan la importancia del sector primario en la generación del producto, pero señalan que las exportaciones de café se fueron reduciendo de manera significativa debido al descubrimiento del campo petrolero de Cusiana.

Puyana y Oxon (1994) identifican las diferencias entre un boom cafetero y un boom petrolero en términos de su capacidad para generar empleo. Este trabajo muestra cómo la enfermedad holandesa puede tener efectos negativos en la economía y subraya la necesidad de tomar medidas que permitan minimizar dichos efectos.

En síntesis, la literatura existente sugiere que la enfermedad holandesa puede ser causada por una combinación de factores, incluyendo la sobrevaloración de la moneda, la disminución de la competitividad de industrias no relacionadas con los recursos naturales, y una posible dependencia excesiva de un solo producto exportado. Asimismo, se argumenta que la apreciación inducida por la prosperidad de los recursos naturales puede generar cambios en el patrón de producción y comercio de una economía, reducir la oferta de empleo en otros sectores, e incluso producir desequilibrios en el mercado laboral.

En términos de las soluciones aplicadas por países que han enfrentado este problema, la literatura sugiere la implementación de políticas macroeconómicas y microeconómicas inteligentes. Algunas de estas soluciones incluyen la inversión en industrias no relacionadas con los recursos naturales, la diversificación de la economía, y la adopción de políticas monetarias y fiscales adecuadas que permitan el mantenimiento de la competitividad global.

2.1.2 Bases teóricas

Jensen et al. (2005) propusieron una técnica matemática con sentido económico para el reconocimiento de la transabilidad de los bienes finales (*output*) de las industrias de un país. Esta

técnica, conocida como la diferenciación de los bienes transables y no transables, se propone mediante el uso de un coeficiente de Gini de concentración geográfica de demanda de factores productivos.

El objetivo de estos autores es proporcionar una medida precisa y útil de la transabilidad de los bienes producidos en el país. Mediante esta medida, es posible determinar la cantidad de bienes que se comercializan en los mercados internacionales en comparación con aquellos que se consumen localmente. Es importante destacar que la diferenciación de los bienes transables y no transables tiene aplicaciones significativas en el análisis económico y puede ayudar a los gobiernos a tomar medidas adecuadas para fomentar el comercio exterior y mejorar la eficiencia económica. En este sentido, la ecuación empleada fue:

$$G_i = |1 - \sum_p (\sigma Y_{i,p-1} + \sigma Y_{i,p}) * (\sigma X_p - \sigma X_{p-1})|. \quad (1)$$

En concordancia con lo anterior, los autores estiman la participación de los factores productivos y la demanda de la industria en una región determinada. Esta medida se basa en el cálculo del índice p para las regiones, $\sigma Y_{i,p}$ para la participación acumulada del empleo destinado a una industria i en la región p , σX_{p-1} para la participación acumulada del empleo destinado a la misma industria en la región $(p - 1)$ con una participación baja inmediata a p , $\sigma IDS_{i,p}$ para la participación acumulada del total de factores productivos en la región p , y σIDS_{p-1} para la participación acumulada del total de empleo en la región $p - 1$.

Es importante destacar que dichos factores productivos son medidos mediante un índice denominado participación de la demanda de la industria (IDS). Este índice representa la concentración geográfica de la demanda de bienes y servicios de industria i en una región particular p . Con esta medida, es posible determinar la cantidad de bienes que se comercializan en el mercado local frente a aquellos que se demandan en otros mercados.

$$IDS_{i,p} = \sum_j (Y_{i,j}/Y_i * InEMP_{j,p}/InEMP_j) \quad (2)$$

En este sentido, la presente técnica de medición empleada por Jensen et al. (2005) se basa en la observación de que la existencia de una industria que concentra la demanda de factores productivos, como empleo y capital, indica una producción de bienes transables. Esto se debe a que, una vez que se satisface la demanda local, es muy probable que el excedente de producción se destine al comercio con otras regiones o áreas geográficas. De esta manera, el coeficiente de Gini relativo se convierte en una herramienta útil para diferenciar fácilmente entre los bienes transables y no transables a nivel nacional.

En efecto, Jensen et al. (2005) abordan la diferenciación entre bienes transables y no transables, basado en la teoría del comercio internacional y la clasificación de los bienes según su grado de movilidad geográfica. En el informe, se define la clasificación de los bienes en tres categorías: no transables, transables con baja concentración geográfica y transables con alta concentración geográfica. Esta clasificación se basa en la premisa de que los bienes con alta concentración geográfica son más vulnerables a la competencia extranjera y a las fluctuaciones del tipo de cambio, mientras que los bienes con baja concentración geográfica están relativamente más protegidos.

Además, el análisis también aborda la relación entre la clasificación de los bienes y la pérdida de empleo en los diferentes sectores de la economía. Se ha encontrado que la tasa de pérdida de empleo es mayor en los sectores de bienes transables en comparación con los sectores de bienes no transables (Jensen et al., 2005).

2.1.3 Modelo de bienes transables y no transables

Desde una perspectiva de la oferta agregada, el modelo presupone que en un país solo existen dos tipos de bienes: transables y no transables, y que existen dos factores productivos: capital y trabajo. El capital es específico y fijo en cada sector, mientras que el trabajo es un factor móvil que

presenta una productividad marginal decreciente. La cantidad total de trabajo se puede destinar a la producción de bienes transables y no transables. Con esta información, se construye la función de frontera de posibilidades de producción para determinar la máxima producción que se puede obtener entre estos sectores. Si se plantea la producción en cada sector como una función lineal solo del trabajo, y conociendo la cantidad de trabajo total, se puede expresar la producción de bienes no transables como una función de los bienes transables.

Desde la perspectiva de la demanda agregada, se establece una absorción que es igual al gasto en bienes transables y no transables. Para simplificar, se supone que los consumos son proporcionales y fijos, por lo que si el gasto total aumenta, tanto el consumo de bienes transables como no transables aumentará en igual proporción. Un equilibrio en la oferta y la demanda agregada supone que los bienes no transables no se comercializan. Por lo tanto, la demanda de bienes no transables siempre será satisfactoria con la oferta de bienes no transables, sin posibilidad de excedentes.

Por otro lado, la balanza comercial, la cual resta las exportaciones con las importaciones, se puede definir en este modelo como la oferta agregada de bienes transables menos la demanda interna de bienes transables. Este indicador se medirá en términos del bien transable.

En definitiva, el modelo ofrece una visión simplificada pero significativa de la economía de un país que permite entender la producción y comercialización de bienes transables y no transables. Su alcance se extiende desde el análisis de la oferta y la demanda agregada hasta la balanza comercial, evidenciando la complejidad del sistema económico y la necesidad de políticas adecuadas para el crecimiento económico sostenible.

2.2 Antecedentes

El foco de la presente revisión de la literatura, en primer lugar, procura revisar la co-ocurrencia de autores que han abordado el presente tema de estudio. Para ello se utiliza la herramienta *connected papers*. En efecto, como se observa en la figura 5, la visualización señala que autores como

Figura 5.

Hasta hace algunos años, las investigaciones que se enfocaban en analizar los efectos generados por la extracción de recursos naturales en las economías se centraban en el uso de estudios

de caso (Anderson et al., 2016). Una investigación más reciente llevada a cabo por Brown et al. (2019), buscó determinar los efectos de dicha extracción en los ingresos, mediante el uso de un modelo de primeras diferencias. En este modelo se establece una correlación entre las variaciones en los ingresos brutos por cánones, que representan los ingresos obtenidos por el Estado mediante la extracción de recursos naturales, y las variaciones en los ingresos totales locales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, cada aumento de 1 dólar en los ingresos por cánones se correlaciona directamente con un aumento de 1,49 dólares en los ingresos locales totales. Este hecho implica que los ingresos brutos percibidos por los residentes generan 0,49 dólares en otros sectores económicos. Asimismo, los resultados obtenidos por Brown et al. (2019) indican que la extracción de recursos naturales también genera efectos económicos en otros sectores económicos cercanos a la zona de estudio. Cabe mencionar que efectos similares fueron observados en otras investigaciones realizadas por Cavalcanti et al. (2019), De Silva et al. (2020) y Huang et al. (2020).

En la misma línea de investigación, Papyrakis y Raveh (2014) se enfocan en un estudio de caso regional con el fin de identificar si existe evidencia de la llamada "enfermedad holandesa". Los autores llevan a cabo este análisis utilizando doce provincias canadienses, en las que buscan determinar si las provincias ricas en recursos naturales experimentan en promedio mayores tasas de inflación. Para su investigación, emplean modelos de datos panel, analizando el periodo comprendido entre 1984 y 2008.

Los resultados empíricos obtenidos en este análisis reflejan que los ingresos generados por la extracción de recursos naturales tienen una relación positiva con la disminución de las tasas de desempleo en las áreas petroleras. Sin embargo, estos mismos ingresos también se encuentran asociados con altas tasas de inflación, lo que evidencia la existencia de síntomas de la "enfermedad holandesa".

En relación con el tema, Collier y Goderis (2011) obtienen resultados similares a los de Papyrakis y Raveh (2014) en su investigación, en la que también emplean datos panel para analizar los efectos a largo plazo de la extracción de recursos naturales y determinar si existe o no certeza empírica sobre la "enfermedad holandesa". Los resultados indican que, mientras que en el corto plazo el auge de los precios de los productos básicos tiene efectos positivos en la economía, a largo plazo estos efectos se ven limitados debido a la reducción de los ingresos de otros productos básicos de alta rentabilidad.

Sin embargo, los resultados obtenidos por Collier y Goderis (2011) no se aplican a países desarrollados con instituciones fuertes y estables, sino que se observan principalmente en economías de África subsahariana y en países con instituciones débiles. Además, los autores también intentan identificar los canales de transmisión que están relacionados con la "enfermedad holandesa". La evidencia empírica señala que la apreciación del tipo de cambio real, el sector servicios y manufacturero, y el consumo público y privado están estrechamente relacionados con este fenómeno.

En resumen, la investigación realizada por Collier y Goderis (2011) proporciona información valiosa sobre los efectos a largo plazo de la extracción de recursos naturales y sus implicaciones en la economía. Asimismo, los resultados sirven como una advertencia sobre la necesidad de implementar políticas económicas adecuadas para prevenir los síntomas de la "enfermedad holandesa" en aquellos países que dependen fuertemente de la extracción de recursos naturales.

En la misma línea de investigación, Caselli y Michaels (2013) examinan la variación en la producción de petróleo en las regiones donde se encuentra este recurso con el propósito de analizar los efectos de ingreso que resultan de dicha actividad. Para llevar a cabo su investigación, los autores emplean modelos de datos panel de efectos fijos, y su muestra abarca el periodo comprendido entre 1940 y 2000.

Los resultados obtenidos por Caselli y Michaels (2013) reflejan fuertes evidencias de la existencia de la "enfermedad holandesa", tal como se evidenció en el análisis desarrollado por Collier y Goderis (2011). En el corto plazo, la extracción de recursos naturales tiene efectos económicos positivos, pero a largo plazo, los efectos adversos son notables. Dichos efectos adversos están relacionados con la malversación de ingresos generados en las áreas de extracción por medio de regalías. Los autores explican que estos fondos se destinan a fines políticos, por ejemplo, para favorecer a ciertos grupos poblacionales con el objetivo de tener más oportunidades de reelección. Esto puede generar la creación de puestos de trabajo ficticios y la falta de inversión en programas sociales que ayuden a disminuir las brechas socioeconómicas que suelen presentarse en los municipios donde se lleva a cabo la extracción de recursos naturales.

Este mismo enfoque metodológico fue utilizado por Shi et al. (2017) para demostrar la relación entre la inversión en infraestructura y el efecto que tiene en el crecimiento de la economía regional en China.

En contraposición a los resultados presentados por Papyrakis y Ravesh (2014) y Collier y Goderis (2011), gran parte de la literatura consultada evidencia una relación opuesta. En este sentido, se destaca el estudio realizado por Haggerty et al. (2014), el cual se enfocó en evaluar si la especialización en técnicas de extracción de petróleo y gas contribuye al bienestar socioeconómico de las comunidades donde se lleva a cabo esta actividad económica. El periodo de análisis abarcó desde 1980 a 2011, y se examinaron los seis principales estados productores de petróleo en Estados Unidos. Para alcanzar su objetivo estadístico, los autores emplearon un método de componentes principales (ACP) con el objetivo de reducir el número de variables y aumentar la precisión de las estimaciones. De esta manera, se estableció una variable explicativa denominada "duración" para determinar los ingresos procedentes de la extracción de petróleo y gas, así como once variables representativas que miden el bienestar socioeconómico.

Los resultados del estudio de Haggerty et al. (2014) indican que los condados en los que la economía se basa en la extracción de gas y petróleo contribuyen a largo plazo en un cambio en la renta per cápita, observándose efectos diferenciados en términos de grado de desarrollo en aquellos lugares donde hay una especialización en la extracción. Estos resultados concuerdan con las investigaciones llevadas a cabo por Bildirici y Kayikçi (2013), Giljum et al. (2014), Rocchi et al. (2015), Peach y Starbuck (2016), Kallis y Sager (2017), Weinstein et al. (2017) y Arellano-Yanguas (2018), en las que se busca evidenciar los impactos agregados en las economías locales.

En el estudio llevado a cabo por Rocchi et al. (2015), se evaluaron las repercusiones socioeconómicas de la extracción de petróleo y su asignación en el desarrollo regional en la región de Basilicata, Italia. Dicha región es un claro ejemplo de una zona rezagada en una economía desarrollada. Para lograr su objetivo de investigación, los autores emplearon un modelo multisectorial de la economía regional, elaborado a partir de la Matriz de Contabilidad Social (SAM), cuya función es evaluar los impactos distributivos. Los resultados obtenidos señalan que los recursos de extracción fueron implementados como recursos financieros adicionales para la realización de políticas regionales entre los años 1997 y 2010. Sin embargo, los ingresos derivados del petróleo tuvieron poco impacto en la economía local de la región de Basilicata.

Asimismo, el estudio indicó que el nivel de empleo se mantuvo estable hasta 2003, aunque posteriormente se produjo una pérdida de productividad en comparación con otras regiones. Los resultados empíricos muestran que los impactos generados por la extracción de petróleo no llegan a la población regional, y los movimientos de capital se desplazan a otras cuentas, mientras que las simulaciones políticas indican que una adecuada asignación de presupuesto puede lograr un mayor crecimiento económico y una mayor equidad para las diferentes poblaciones. En conclusión, los autores señalan que la economía de Basilicata corre el riesgo de incurrir en la "enfermedad holandesa" debido a la inadecuada distribución de los recursos de la explotación de yacimientos petrolíferos.

En la continuación de la revisión de la literatura, Hasanov (2013) realizó una investigación sobre la enfermedad holandesa en la economía de Azerbaiyán. Su objetivo fue demostrar empíricamente la hipótesis de la existencia del mal holandés en la economía azerí y estudiar sus posibles causas durante el período de 2000 a 2007, periodo en el cual, las actividades de extracción y exportación de petróleo coincidieron con un crecimiento económico en el país. Para su investigación, los autores emplearon datos de cuentas nacionales, para modelar estos datos, aplicaron modelos econométricos de vectores autorregresivos, previamente estudiando los comportamientos a largo plazo de las variables mediante pruebas de cointegración. Los resultados mostraron que la economía azerí no sufre de una desindustrialización absoluta, sino relativa, y que la población experimentó un rápido aumento de su salario real promedio debido a varios factores, incluyendo el efecto gasto ante la apreciación del tipo de cambio. La investigación sugiere la necesidad de políticas enfocadas en el desarrollo de los sectores de bienes de consumo interno, el control del tipo de cambio, la aplicación de políticas de apoyo a los sectores exportadores no petroleros y la diversificación de la economía nacional para lograr un crecimiento sostenible a largo plazo.

En este sentido, Koitsiwe y Adachi (2015a) llevaron a cabo un estudio acerca de los efectos del auge de las exportaciones del sector minero en la economía australiana. El informe tiene como objetivo analizar el efecto de la llamada "enfermedad holandesa" en relación a diversas variables macroeconómicas en el periodo de 1975 a 2013. Para ello, los autores emplean modelos de vectores autorregresivos y pruebas de causalidad de Granger para el análisis de las funciones impulso-respuesta y la descomposición de la varianza sobre datos anualizados. Los autores plantean la hipótesis de que un aumento en los precios de los commodities o descubrimiento de más yacimientos mineros en Australia producen una rápida apreciación de la moneda nacional, lo cual genera el mencionado efecto.

Como resultado se evidencia una relación inversa entre el tipo de cambio apreciado y las exportaciones del sector manufacturero. Por lo tanto, la investigación hace una sugerencia importante para la implementación de políticas sólidas que controlen el tipo de cambio y eviten afectar el sector manufacturero. También se recomiendan políticas macroeconómicas prudentes de gasto, a fin de evitar una apreciación del tipo de cambio, así como políticas de promoción de la competitividad en otros diversos sectores importantes para Australia, como el turismo, entre otros.

En un estudio adicional, Koitsiwe y Adachi (2015b) investigaron las relaciones entre el auge de las exportaciones mineras y sus impactos en los indicadores macroeconómicos de Botsuana para el periodo 1994 a 2012. El propósito de la investigación se centró en analizar las relaciones dinámicas de impulso-respuesta de la producción minera sobre el consumo de gobierno, el tipo de cambio y el crecimiento económico. Los autores utilizaron datos trimestrales del Fondo Monetario Internacional (IMF) y un modelo de vectores autorregresivos no restringido para llevar a cabo un análisis a corto plazo. Posteriormente, se derivó la función impulso-respuesta para medir la magnitud del impacto en desviaciones estándar, se realizó la descomposición de la varianza para observar la proporción de las innovaciones de la exportación minera que afectan al crecimiento económico y el tipo de cambio, y se llevó a cabo la prueba de causalidad de Granger para observar el comportamiento simultáneo temporal de las variables.

Dentro de los resultados obtenidos, los autores evidencian que las exportaciones mineras juegan un papel crucial en la economía botsuana y que afectan el crecimiento económico y el gasto del gobierno. La investigación propone que los políticos deben considerar la fragilidad de la economía botsuana en relación a las exportaciones mineras, y crear políticas que puedan reformar e incentivar el desarrollo de otros sectores no mineros del país para diversificar la economía.

Por otra parte, Merlevede et al. (2009) analizaron el impacto de la exportación de petróleo en la economía rusa en el período de 1995 a 2007. El objetivo central del estudio radicó en analizar el

impacto de la exportación de petróleo ruso sobre un pequeño modelo macroeconómico representativo de la economía nacional, teniendo en cuenta variables como el tipo de cambio y el sector privado. Para ello, Merlevede et al. (2009) utilizaron un modelo de corrección de errores (ECM) para un análisis a largo plazo, junto con pruebas de estacionariedad de Dickey-Fuller y la causalidad de Granger.

Los resultados obtenidos señalan que la economía de Rusia es frágil ante una caída en los precios del petróleo o ante innovaciones negativas en la cantidad producida de petróleo. El alcance de la investigación sugiere que existen dos formas de sobrellevar los efectos perniciosos del mal holandés. La primera es a través de un fondo de estabilización de precios del petróleo, y la segunda implica la implementación de políticas fiscales más rigurosas y eficientes para contrarrestar los impactos económicos.

Igualmente, Olusi y Olagunju, (2005) estudian sobre los efectos del auge histórico de las exportaciones de crudo en los diversos sectores primarios de Nigeria. La investigación tiene como objetivo estudiar, en un contexto de mal holandés, el auge de las exportaciones de petróleo sobre otros sectores transables ante la luz de rechazar otros estudios de mal holandés realizados en Nigeria. Se utilizaron variables macroeconómicas obtenidas del fondo monetario internacional con frecuencia trimestral. De igual forma se planteó un modelo de vectores autorregresivos que derivó en una función impulso-respuesta para lograr interpretar los resultados. El trabajo de investigación concluyó en la existencia de enfermedad holandesa en la economía nigeriana y del cual explica que se diagnosticó de forma tardía. Su alcance radica en la sugerencia de implementación de políticas que enfoquen ayuda de forma efectiva a los demás sectores primarios como la exportación de: maní, cocoa, aceite de palma, caucho, algodón, cueros y pieles, etc.

2.2.1 Antecedentes en Colombia

Desde hace algunos años, varios autores han estudiado el fenómeno de enfermedad holandesa en Colombia en diferentes periodos, arrojando resultados diversos. Entre los primeros trabajos se encuentra el desarrollado por Wunder (1992) el cual tuvo como propósito analizar la bonanza cafetera en los años setenta en Colombia, teniendo en cuenta el modelo de enfermedad holandesa el cual sugiere que los flujos de divisas producto de una bonanza se encuentran asociados con un cambio de cantidades relativas y precios a costa de los bienes comercializables y a favor de los no comercializables. Para analizar el fenómeno, el autor identifica tres sectores del modelo, sector comercializable (T), no comercializable (NT) y sector de bonanza (B), en el periodo 1965 a 1988, con datos de las cuentas nacionales. El alcance de la investigación conduce a señalar que el síntoma de enfermedad holandesa en Colombia fue benigno y que en términos generales fue tratado con los elementos apropiados, donde las políticas de ajuste no tuvieron una expansión monetaria y fiscal, como si se evidenció en otros países a raíz de la bonanza petrolera.

En consonancia con este enfoque, En su estudio, Perry y Olivera (2010) investigaron el impacto de la explotación de hidrocarburos y minerales en el desarrollo regional y local en Colombia durante el período de 1990 a 2008. Para lograr su objetivo, los autores se enfocaron en los departamentos y municipios productores de hidrocarburos y carbón para determinar si presentan un mayor PIB per cápita en comparación con los que no tienen recursos naturales. Además, se realizó un estudio de caso en cuatro departamentos para complementar su investigación.

Para el análisis estadístico, se emplearon modelos panel para departamentos y municipios. En el caso detallado de los municipios, se utilizó una ecuación de corte transversal. La información se extrajo de las bases de datos de cuentas nacionales proporcionadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Los resultados obtenidos indican que la explotación de hidrocarburos y minerales ha tenido un efecto positivo en los municipios donde se desarrolla,

mientras que en el caso de los departamentos, solo se observaron efectos positivos en la actividad carbonífera y no en la extracción de hidrocarburos. Asimismo, en cuanto a la designación de regalías, estos recursos fueron beneficiosos para el municipio receptor, pero negativos para el departamento en su conjunto.

En otro contexto, la investigación realizada por Gutiérrez et al. (2011) tuvo como objetivo demostrar la existencia de la Enfermedad Holandesa en Colombia debido al crecimiento extraordinario de los ingresos petroleros entre 2000 y 2010. Para ello, los autores emplearon la metodología propuesta por Sven Wunder en 1991, que analiza los costos del mal holandés mediante la modelación de la teoría de los TNT (Transable y No Transables). Una vez realizado el modelamiento de los datos, los resultados mostraron que aunque existen algunos síntomas de la Enfermedad Holandesa en Colombia, como la apreciación del tipo de cambio y la desindustrialización de la economía el ajuste estructural de la bonanza se percibe en términos de un cambio en los precios relativos entre bienes transables y no transables en la redistribución de su producción.

Así mismo, el estudio encontró que las exportaciones de petróleo no son significativas en la explicación del crecimiento del PIB en Colombia, lo que indica que el sector petrolero no es un impulsador fuerte del crecimiento industrial. Por último, los investigadores sugieren que tanto la política fiscal como la monetaria pueden resultar útiles en la gestión de la bonanza petrolera en Colombia. Además, destaca la importancia de implementar una política industrial que fomente sectores que contribuyan al aumento de la canasta exportadora colombiana, generen empleo y mejoren los términos de intercambio, con una influencia significativa en el crecimiento del PIB.

Por otra parte, Campo y Sanabria (2013) basan su investigación en encontrar evidencia de síntomas de enfermedad holandesa para Colombia en el periodo 1970 a 2010. Para lograr el objetivo de análisis, los autores recurren a los datos reportados por el Banco Mundial y Banco de la República,

donde aplican análisis de series de tiempo. Dentro de las variables analizadas se encuentra el Producto Interno Bruto (PIB) como variable dependiente expresada en logaritmos, dentro de las variables explicativas se encuentra la inversión extranjera directa IED, apertura económica, términos de intercambio, formación bruta de capital, inflación, exportaciones de bienes del sector primario y bienes primarios de mayor exportación. En este sentido, dentro de los resultados obtenidos, los autores encontraron evidencia que respalda la hipótesis de enfermedad holandesa en el periodo analizado para Colombia, la evidencia empírica se encuentra al comparar el indicador de abundancia de recursos naturales con la inversión extranjera directa, encontrando una correlación negativa respecto a la variación del Producto Interno Bruto.

Por último, Vargas-Restrepo y Saldarriaga (2020) analizan los efectos del sector minero-energético en la economía colombiana, específicamente en relación con la hipótesis de la enfermedad holandesa en el periodo 1960 a 2016. Para alcanzar su objetivo, los autores realizan una revisión de la literatura relacionada con el fenómeno de la enfermedad holandesa en Colombia, una vez obtenida la información, aplicaron modelos econométricos a varias variables económicas, tales como el tipo de cambio, las exportaciones de hidrocarburos, la apertura comercial y financiera, así como los índices de capital físico y humano. Los resultados obtenidos revelan que la exportación de hidrocarburos tiene un efecto negativo en el sector transable, lo que puede contribuir al fenómeno de la enfermedad holandesa. Además, se ha identificado una relación negativa entre las exportaciones de hidrocarburos y el crecimiento económico. No obstante, se destaca que la relación entre estas exportaciones y el crecimiento sigue siendo materia de análisis y no se ha establecido de manera concluyente. Por último, se ha señalado que la apertura de la economía y el sector financiero también pueden tener efectos negativos en el sector transable.

3. Metodología

3.1 Tipo de Investigación

Para cumplir con los objetivos de la investigación, se ha empleado un enfoque cuantitativo. Los datos recolectados se obtuvieron a partir de estadísticas oficiales y se analizaron mediante técnicas estadísticas con el fin de explicar la relación entre variables y objetivar los resultados. Este enfoque se caracteriza por tener planteamientos delimitados y concretos, buscando describir, predecir y explicar los fenómenos desde una perspectiva científica. Para Baena-Paz (2017), la investigación cuantitativa emplea modelos estadísticos, matemáticos, teóricos e hipótesis formuladas al inicio de cada investigación para establecer predicciones sobre la causa de los fenómenos y los procesos observados, lo que proporciona nuevas formas de formular y fortalecer la teoría existente.

3.2 Alcance de la investigación

El presente análisis parte de un estudio correlacional donde se buscó determinar si el aumento de las exportaciones de petróleo relativo ha causado síntomas de enfermedad holandesa en la economía colombiana durante el período 2005-2019. Para ello, se incluyeron indicadores macroeconómicos y se estudió la interacción entre ellos. Dado lo anterior, Sampieri et al. (2010) señalan que el alcance de investigación correlacional tienen como propósito “saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas” (p.94).

3.3 Método de investigación

El enfoque metodológico utilizado en la presente investigación es el método hipotético-deductivo. Este método se fundamenta en una teoría económica que permite deducir comportamientos y relaciones entre las variables pertinentes mediante ciertos parámetros. Su objetivo es identificar las causas implicadas en el problema de estudio, partiendo de la formulación de hipótesis y su posterior comprobación mediante el análisis de datos. De esta manera, se busca resolver el problema de investigación planteado de manera rigurosa y científica.

3.4 Técnica Estadística

Para comprobar la hipótesis de que Colombia experimentó en el periodo 2005 a 2019 un fenómeno de enfermedad holandesa que se vio reforzada por la entrada de capitales en este periodo, se propone emplear el método de vectores autorregresivos (VAR), en palabras de Sims (1980), los modelos de vectores autorregresivos son un sistema de ecuaciones de variables endógenas relacionadas entre sí y con sus valores rezagados, no restringidos. Esto quiere decir que el modelo será un sistema de ecuaciones de todas las variables participantes en relación a sus valores pasados y presentes. La razón por la que se propone el modelo VAR para el presente análisis es que el modelo VAR permite la endogeneidad potencial entre las variables seleccionadas. Así mismo, como lo señala Ltkepohl (2007), el modelo VAR permite realizar análisis de las funciones de respuesta a impulsos (IRF) ante innovaciones exógenas, observando su evolución a lo largo del tiempo, lo que se convierte en herramientas adicionales de estudio.

En este sentido, al momento de especificar el modelo se analiza la propiedad estacionaria de los datos, para ello se emplean pruebas de raíz unitaria. En la literatura consultada para estudiar series temporales se ha utilizado la prueba de Dickey-Fuller aumentada (Said y Dickey, 1984) y la prueba Phillips-Perron (Phillips y Perron, 1988), entre otras pruebas que se ejecutarán al momento de la estimación del modelo.

3.4.1 Modelo de vectores autorregresivos

En concordancia con lo anterior, se propuso el uso de un modelo econométrico de vectores autorregresivos. Este modelo se basa en un sistema de ecuaciones que incluye todas las variables relevantes en relación con sus valores pasados y presentes, permitiendo así el análisis de las relaciones econométricas entre ellas. El vector de variables endógenas propuesto es $y_t = [\hat{x}_t, \hat{\eta}_t, \hat{q}_t, \hat{\tau}_t]$ y el modelo propuesto es:

$$y_t = c + \sum_{i=0}^q A_i y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

donde c es un vector de constantes, $q \geq 1$ es el número de rezagos en el sistema, A_i es la matriz de coeficientes. Para determinar si las variables están integradas en el orden uno e incluidas en el modelo VAR, se realizarán las pruebas unitarias de Dickey-Fuller raíz aumentada. Adicionalmente, se utilizarán los criterios informativos de Akaike, Bayes-Schwarz y Hannan-Quinn para seleccionar el rezago ideal del VAR. Posteriormente, se realizarán pruebas de normalidad de Jarque-Bera, pruebas de autocorrelación de Portmanteau y pruebas de heterocedasticidad ARCH para validar los supuestos del modelo de vectores autorregresivos.

En esta misma línea, se procederá a realizar las funciones de impulso-respuesta del modelo, con el objetivo de medir y observar el impacto de las innovaciones de los errores de las variables en las innovaciones de otras variables. Finalmente, se llevará a cabo una descomposición de la varianza, para determinar el porcentaje de la innovación de una variable que es responsable del cambio en la varianza de otra variable. De esta manera, se espera obtener conclusiones confiables y robustas acerca de las relaciones econométricas entre las variables analizadas.

Tabla 1.

Variables empleadas en la investigación.

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores
-----------	------------	-------------	-------------

Auge de la exportación de petróleo	Se ha experimentado un notable aumento en las exportaciones de petróleo, al tratarse de un producto tradicional de gran relevancia en el mercado internacional	Exportación tradicional de petróleo relativa	<i>Expo. de petroleo</i> <i>Exp. totales</i>
Síntomas enfermedad holandesa	Se observan diversas respuestas en las variables macroeconómicas en respuesta al auge exportador de un producto básico	Producción transable relativa	<i>Bienes transables</i> <i>Bienes no transables</i>
		Tipo de cambio real	Índice (base 2015)
		Términos de intercambio	Índice (base 2015)

*Nota.** Variables empleadas para el análisis de acuerdo a lo evidenciado en la revisión de la literatura y lo descrito en el marco teórico.

3.5 Población y muestra

Para llevar a cabo el presente análisis, se han obtenido los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE y el Banco de la República, utilizando bases de datos de series trimestrales. Se han considerado variables clave como el índice de tasa de cambio, el índice de términos de intercambio y la exportación de petróleo relativa. Además, para la variable

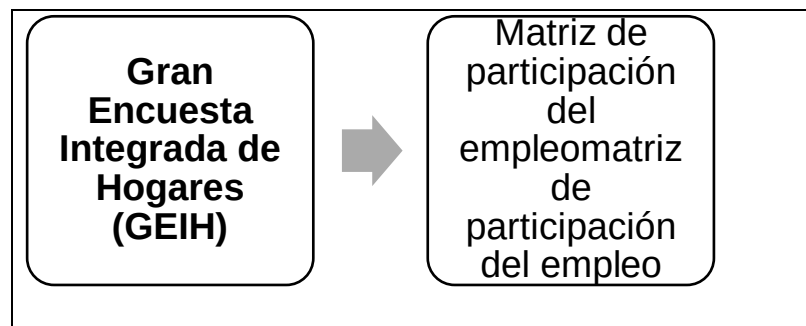
producción transable relativa se ha utilizado la Matriz Insumo-Producto (MIP) y la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), ambas bases provenientes del DANE.

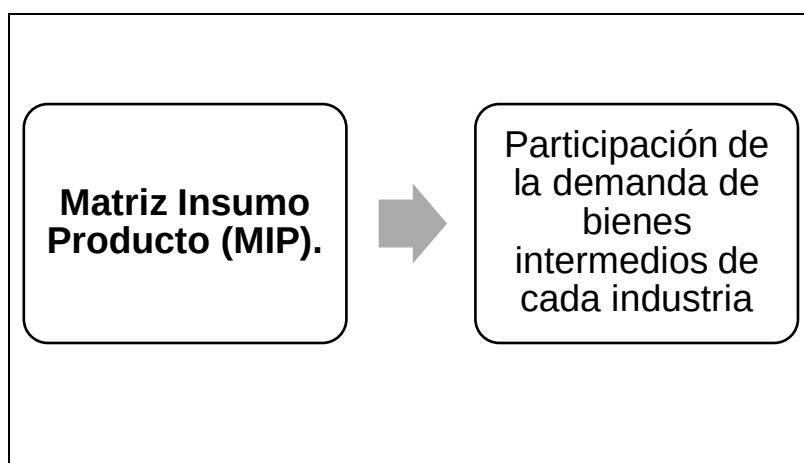
Para el análisis de dichos datos se ha decidido utilizar técnicas de estadística descriptiva, estadística inferencial y econometría de series de tiempo multivariados. En cuanto a la herramienta seleccionada para dicho análisis, se ha optado por el lenguaje de programación R y su interfaz de usuario gráfica RStudio, debido a su eficiencia y capacidad para manejar grandes conjuntos de datos.

En la selección de las variables relevantes, se ha llevado a cabo un contraste entre las variables analizadas en los antecedentes citados, así como lo desarrollado por Jensen et al. (2005) en el marco teórico. De esta manera, se ha logrado una selección rigurosa y justificada de las variables a considerar en el análisis.

Figura 6.

Bases de datos para obtener el índice de participación de la demanda de bienes intermedios y empleo de cada industria.





Nota. el gráfico presentado expone las bases de datos utilizadas para estimar el índice de participación de la demanda de bienes intermedios y empleo de cada industria. Cabe señalar que las bases de datos corresponden al año 2017, siendo esta la última versión de las matrices insumo producto disponibles. Es importante destacar esta información para garantizar la transparencia y la adecuada interpretación de los resultados obtenidos.

3.6 Limitaciones del estudio

El objetivo del presente análisis consiste en evaluar si el aumento de las exportaciones de petróleo relativo ha provocado la aparición de síntomas de enfermedad holandesa en la economía colombiana durante el período comprendido entre 2005 y 2019. En este contexto, se hace referencia a la delimitación en el periodo de estudio como una restricción debida a la disponibilidad limitada de datos del Producto Interno Bruto (PIB) desglosados por el código CIIU, cuya recopilación comenzó en 2005, permitiendo el desglose detallado de cada actividad, información relevante para calcular los coeficientes de Gini por sector.

Cabe destacar que no se ha ampliado el período de estudio más allá de 2019 debido a la coyuntura producida por la pandemia COVID-19, la cual ha afectado directamente el precio de los hidrocarburos a nivel mundial. Pese a estas limitaciones, se han empleado técnicas y herramientas

analíticas apropiadas para maximizar la información disponible en el periodo acotado, lo que permite una aproximación rigurosa y detallada del fenómeno estudiado.

4. Resultados

4.1 Equilibrio en una economía pequeña y abierta

Se propone un modelo de economía neoclásica en el que se presupone una pequeña economía abierta con pleno empleo. En el modelo propuesto, las familias optimizan una función de utilidad $E_0 = \sum_{t=0}^{\infty} U_t(C_t)$ en la que el consumo es una función tipo Cobb-Douglas de dos tipos de bienes, es decir, $C_t = \omega Q_{T,t}^{\gamma} Q_{N,t}^{1-\gamma}$ donde $Q_{T,t}$, $Q_{N,t}$, γ , ω son bienes transables y no transables, la participación de los bienes transables en el consumo y un parámetro positivo, respectivamente.

En este contexto, la utilidad del consumo óptimo entre estos dos bienes se encuentra dada por la relación entre los precios, de modo que el ratio de los bienes transables y no transables viene dado por $\eta_t = \frac{Q_{T,t}}{Q_{N,t}} = b = \frac{P_{N,t}}{P_{T,t}}$ donde $b = \frac{\gamma}{1-\gamma}$, $P_{T,t}$ y $P_{N,t}$ son el ratio de participación de la producción transable y no transable, y los precios de los bienes transables y no transables, respectivamente. Para el análisis de este modelo, se han utilizado técnicas de economía neoclásica, como la función Cobb-Douglas, y se han considerado variables clave, tales como la participación de los bienes transables en el consumo y la relación entre los precios de los bienes transables y no transables.

En concordancia con lo anterior, la cuenta corriente se define como $CA_t = TB_t - rD_{t-1}$, donde la balanza comercial es igual a $TB_t = Y_t - C_t$. El equilibrio en el mercado de bienes de los

consumidores se encuentra representado por $Y_t = C_t + X_t - M_t$, donde X_t y M_t , corresponden a las exportaciones e importaciones, respectivamente.

Se asume que hay una política de equilibrio en la cuenta corriente, que da como resultado una variación igual a cero. Además, se toma en cuenta que los precios de las exportaciones son equivalentes a los precios de los bienes que se comercializan localmente, mientras que el precio de las importaciones es igual a los precios de los bienes comercializados en el extranjero. A partir de esto, es posible proponer una relación entre la cuenta corriente y las exportaciones netas establecida como $CC_t = Y_t - C_t = XN_t$, la cual se convierte en $X_t = q_t M_t$, donde q_t corresponde al tipo de cambio real.

Se estima la producción como una función exclusiva del trabajo, mientras que la producción transable del país es consumida en el extranjero, con un precio $P_{X,t} = \frac{W}{a_T}$ donde $P_{X,t}$, W y a_T representan el precio de las exportaciones, salario y la proporción de bienes transables en la producción, respectivamente. Por otro lado, el precio de los bienes transables consumidos localmente se encuentra relacionado con la importación, $P_{M,t} = eP_{M,t}^*$ donde $P_{M,t}$, W^* , y a^*T corresponden al precio de las importaciones, salario en el extranjero y la participación de los bienes transables en la producción en el extranjero.

La definición de los términos de intercambio y el tipo de cambio real se establecen como $\tau_t = \frac{P_{X,t}}{P_{M,t}}$ y $q_t = \frac{eP_{t^*}}{P_t}$. Asumiendo que el precio de los bienes transables es un índice que relaciona los precios de las exportaciones y las importaciones, $P_{T,t} = F(P_{X,t}, P_{M,t})$, se pueden definir las variables de interés de la siguiente manera: las exportaciones como $\hat{x}_t = q_t \hat{m}_t$, la producción transable relativa como $\hat{\eta}_t = b(\hat{P}_{N,t} - \hat{P}_{T,t})$ la variación del tipo de cambio real $\hat{q}_t = \hat{P}_{t^*} - \hat{P}_t$, y los términos de intercambio $\hat{q}_t = -a(\hat{P}_{X,t} - \hat{P}_{M,t})$.

4.2 Concentración inducida por la demanda de servicios intermedios

Para obtener la variable "producción transable relativa" ($Rat_{i,t}$), se utilizaron datos provenientes de la Matriz Insumo-Producto (MIP) para determinar la proporción de la demanda de bienes intermedios de cada industria. Además, para la matriz de participación del empleo, se emplearon datos correspondientes al año 2017 provenientes de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH). Es importante destacar que se utilizó información de ambas fuentes correspondientes al mismo año.

Por otro lado, la matriz del índice de participación de la demanda de factores productivos se construyó a través de la siguiente ecuación:

$$IDS_{i,p} = \sum_j (Y_{i,j}/Y_i * InEMP_{j,p}/InEMP_j) \quad (4)$$

De acuerdo con lo expuesto, se utilizaron los datos de la matriz de uso interindustrial para obtener un ratio de participación al dividir los datos del uso interindustrial entre el total de la producción de cada industria. Es decir, se logra obtener el porcentaje de la producción total de la industria que es empleado por otra industria. Esta operación puede visualizarse en la siguiente ecuación: $Y_{i,j}$ representa la producción de la industria i utilizada por la industria j , mientras que Y_i , corresponde a la producción total de la industria j .

Por otro lado, se utilizó información proveniente de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para obtener la cantidad de empleo asignado a diferentes industrias en distintas áreas metropolitanas. Estos datos se dividieron entre el total de empleo ocupado por la industria, con el propósito de obtener un porcentaje respecto al empleo utilizado por la industria en cada zona metropolitana. En la presente ecuación, $InEMP_{j,p}$ representa el empleo de la industria j en el área metropolitana p , mientras que $InEMP_j$ corresponde al empleo total de la industria j .

Posteriormente, se realizó la multiplicación de estas matrices con el fin de obtener el índice de participación de la demanda de bienes intermedios y empleo de cada industria. El índice de participación de la demanda puede expresarse como $IDS_{i,p}$, donde este índice de participación de la demanda de bienes intermedios y empleo de la industria i para la región p , se obtiene de la multiplicación de ambas matrices. En la figura 7, se muestran los valores de la matriz por departamentos.

Figura 7.

Matriz del índice de participación de la demanda interna de factores productivos



Nota. Esta figura muestra los sectores de la economía; A: Agropecuario, silvicultura, y pesca. B: Explotación de minas y canteras. C: Industrias y manufacturas. D: Suministro de elect., gas, vapor. E: Suministro de agua; gestión de aguas residuales. F: Construcción. G: Comercio al por mayor y menor; reparación de vehículos automotores H: Transporte y almacenamiento. I: Actividades de alojamiento. K: Actividades financieras y de seguros. L: Actividades inmobiliarias MN: Actividades profesionales, científicas y técnicas, de servicios administrativos y de apoyo. O: Administración pública y defensa P: Enseñanza. Q: Actividades de atención de salud humana. RS:

Actividades artísticas; otras actividades de servicios. Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Elaboración propia.

Segundo, una vez obtenida la matriz $IDS_{i,p}$ se utilizará para elaborar el coeficiente de Gini de concentración de factores productivos mediante la siguiente fórmula:

$$G_i = |1 - \sum_p (\sigma Y_{i,p-1} + \sigma Y_{i,p}) * (\sigma X_p - \sigma X_{p-1})| \quad (5)$$

La expresión original involucra varios términos, entre ellos el índice de concentración de la industria i que se denota como G_i , $\sigma Y_{i,p}$ es la participación acumulada del empleo de la industria i en la región p , $\sigma Y_{i,p-1}$ es la participación acumulada del empleo de la industria i en la región $(p - 1)$ con la próxima menor participación de participación del empleo, σX_p es la participación acumulada del total del empleo en la región p , y σX_{p-1} es la participación acumulada del total del empleo en la región $(p - 1)$. Es importante destacar que el autor ha decidido modificar la ecuación original de la siguiente manera:

$$G_i = |1 - \sum_p (\sigma Y_{i,p-1} + \sigma Y_{i,p}) * (\sigma IDS_{i,p} - \sigma IDS_{i,p-1})| \quad (6)$$

Teniendo en cuenta lo anterior, en la tabla 2, se muestran los valores de los coeficientes de Gini por departamentos y sectores.

Tabla 2.

Clasificación de los coeficientes de Gini

Output	Gini coef.	Clasificación
G	0.9816	1
C	0.9868	1
F	0.9967	1
H	0.997	1

Q	0.9971	1
A	0.9977	2
I	0.9988	2
MN	0.9989	2
L	0.999	2
P	0.999	2
RS	0.9991	3
O	0.9995	3
E	0.9997	3
B	0.9998	3
D	0.9998	3
K	0.9998	3

Nota. Elaboración propia.

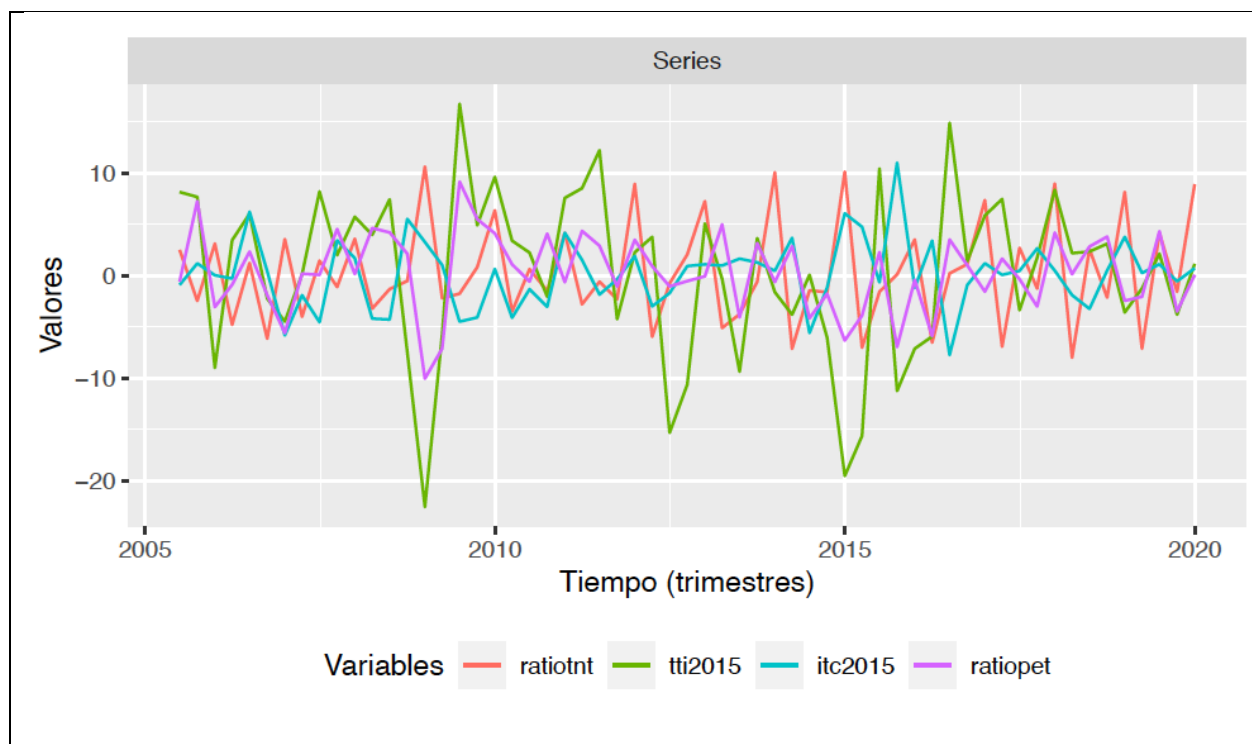
En tercer lugar, se calculó el coeficiente de Gini y, tomando como referencia las tres divisiones propuestas por Jensen et al. (2005), se clasificaron las industrias del sector G, C, F, H, Q (comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas; industrias manufactureras; construcción; transporte y almacenamiento; actividades de atención de la salud humana y de asistencia social, respectivamente) como el sector que produce bienes no transables de clasificación uno, mientras que el resto se clasificó como bienes medianamente transables y muy transables en las clasificaciones dos y tres, respectivamente.

La intención detrás de esta técnica radica en que, si una industria concentra una cantidad excesiva de factores productivos, bienes intermedios y empleos en un solo lugar, es probable que su producción exceda la demanda local y, por ende, dicha producción estaría destinada para ser comercializada fuera del lugar, tal vez incluso en otros países.

La figura 8 presenta el comportamiento temporal de las variables, es importante mencionar que estas se encuentran representadas en variaciones. Este análisis resulta de gran importancia para comprender el comportamiento y las tendencias del mercado dentro del cual se encuentra la actividad industrial objeto de estudio.

Figura 8.

Comportamiento temporal de las variables.



Nota. La figura muestra el comportamiento de las variables representadas en variaciones: Ratiotnt: Producción transable relativa. tti2015: Términos de intercambio (índice 2015). itc2015: Tasa de cambio (índice 2015). Ratiopet: Exportación de petróleo relativa. Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Elaboración propia.

4.3 Análisis descriptivos

En la Tabla 3, se presentan los estadísticos de tendencia central y dispersión correspondientes a las variables objeto de estudio. Se puede constatar que todas ellas se encuentran

balanceadas y cuentan con 59 observaciones en total. Adicionalmente, se observa que las variables *ratiofet*, *ratiofnt* y *tti2015* exhiben valores superiores a su mediana, lo cual sugiere que su distribución presenta asimetría hacia la derecha. Por otro lado, la variable *ratiofnt* presenta una media inferior a su mediana, lo que sugiere que su distribución es asimétrica hacia la izquierda.

La media de la variable *ratiofet* es de 0,271, lo que indica que el promedio de las exportaciones de petróleo relativas colombianas durante los últimos quince años ha sido de 27% con respecto al total de las exportaciones colombianas, por trimestre. Asimismo, la media de la variable *ratiofnt* es de 137.793, lo que sugiere que la producción transable colombiana ha sido casi un 30% mayor que la producción no transable, o que la producción transable ha sido cercana a 1.3 veces la producción no transable, trimestralmente. Con respecto a los términos de intercambio, su media es de 0,300, lo que significa que ha habido un auge en el precio de las exportaciones en relación al precio de las importaciones en ese valor, por trimestre.

Es importante destacar que estos resultados son relevantes para los objetivos y conclusiones de la investigación, por lo que resulta fundamental tenerlos en cuenta para una adecuada interpretación de los análisis posteriores.

Tabla 3.

Análisis descriptivo de las variables.

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Pctl(25)	Median	Pctl(75)	Max
ratiofet	59	0.271	3.808	-10.041	-1.839	0.076	3.323	9.157
ratiofnt	59	0.300	4.928	-7.998	-2.627	-0.608	3.317	10.635
itc2015	59	0.151	3.330	-7.739	-1.774	0.469	1.590	11.013
tti2015	59	0.300	7.999	-22.560	-4.023	1.998	5.795	16.760

Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, en la tabla 3, se presentan las desviaciones estándar correspondientes a las variables *ratiofet*, *ratiofnt*, *itc2015* y *tti2015*, cuyos valores son 3,808, 4,928, 3.330 y 7.999, respectivamente. En cuanto a la matriz de correlación de las variables (tabla 4), se obtuvieron los siguientes resultados utilizando el método de Pearson. La correlación entre las variables *tti2015* e *itc2015* es negativa y muy alta, -3,18, lo cual indica que ambas variables están inversamente relacionadas, y además resulta significativa al tener un p-valor menor a 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia y aceptar la hipótesis alternativa de correlación lineal. Por otro lado, se encontró una correlación positiva bastante alta entre las variables *tti2015* y *ratiofet*, de 0.00, con un p-valor menor a 0.05, lo que indica que también existe una correlación lineal significativa entre ellas.

Tabla 4.

Matriz de correlación de las variables - Método de Pearson

	<i>ratiofet</i>	<i>ratiofnt</i>	<i>itc2015</i>	<i>tti2015</i>
<i>ratiofet</i>	1			
<i>ratiofnt</i>	-0.124 (0.349)	1		
<i>itc2015</i>	-0.318 (0.014)	0.161 (0.225)	1	
<i>tti2015</i>	0.713 (0.00)	-0.082 (0.539)	-0.431 (0.001)	1

Nota. Elaboración propia.

4.4 Análisis inferencial

En la tabla 5, se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria de Dickey-Fuller, en el caso de ausencia de deriva y tendencia. Los estadísticos obtenidos son -5.59, -7.61, -5.83 y -5.81, siendo todos mayores en valor absoluto al valor crítico del 99% de confianza. En

consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa que indica que no hay raíz unitaria y que los residuales son estacionarios.

Tabla 5.

Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller.

variable	level	type	statistic	10pct	5pct	1pct
ratiofet	en nivel	none	-5.59	-1.61	-1.95	-2.60
ratiofnt	en nivel	none	-7.61	-1.61	-1.95	-2.60
itc2015	en nivel	none	-5.83	-1.61	-1.95	-2.60
tti2015	en nivel	none	-5.81	-1.61	-1.95	-2.60

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se procede a utilizar diversos criterios de información, tales como Akaike, Hannan-Quinn, Bayes-Schwarz y el error de predicción final, con el fin de optimizar los rezagos utilizados en el modelo VAR. Según se observa en la tabla 6, el rezago óptimo para el modelo econométrico es 4, según el criterio de Akaike y el error de predicción final; mientras que para los criterios Hannan-Quinn y Bayes-Schwarz el rezago óptimo es 1.

Es relevante mencionar que, al tomar en cuenta los criterios de información, se llevaron a cabo diversas pruebas con la finalidad de obtener resultados superiores mediante el uso de modelos que contaran con un número reducido de rezagos, específicamente 1, 2 y 3. Sin embargo, los resultados demostraron que el mejor desempeño se consigue con un modelo que integre cuatro rezagos. De este modo, el modelo con cuatro rezagos es el que presenta los mejores resultados y por ello, se emplea para el análisis.

Tabla 6.

Criterios de información.

	1	2	3	4	5
AIC (n)	11.484	11.588	11.194	10.871	11.022

HQ (n)	11.768	12.100	11.933	11.837	12.215
SC (n)	12.221	12.914	13.110	13.376	14.116

Nota. Elaboración propia.

Luego de aplicar los criterios de información, en la tabla 7, se exponen los resultados del modelo destacándose que escasos aspectos obtienen significancia, aun cuando sea el modelo con cuatro rezagos el que arroja los mejores resultados.

Tabla 7.

Resultados del modelo.

	Dependent variable:			
	ratiofet	ratiofnt	itc2015	tti2015
	(1)	(2)	(3)	(4)
ratiofet.l1	-0.381 (0.226)	-0.069 (0.133)	0.146 (0.228)	-0.525 (0.473)
ratiofnt.l1	0.337 (0.276)	0.273 (0.162)	0.080 (0.277)	-1.272** (0.577)
itc2015.l1	-0.120 (0.173)	-0.146 (0.102)	-0.101 (0.174)	0.078 (0.362)
tti2015.l1	0.226* (0.114)	-0.008 (0.067)	-0.080 (0.114)	0.533** (0.237)
ratiofet.l2	-0.033 (0.227)	0.062 (0.134)	0.071 (0.228)	-0.252 (0.474)
ratiofnt.l2	0.605** (0.279)	0.011 (0.164)	-0.324 (0.281)	0.380 (0.584)
itc2015.l2	-0.238 (0.181)	-0.144 (0.106)	-0.048 (0.182)	-0.097 (0.378)
tti2015.l2	-0.033 (0.110)	-0.055 (0.065)	-0.094 (0.111)	-0.236 (0.230)
ratiofet.l3	-0.169 (0.219)	0.118 (0.129)	0.137 (0.220)	-1.166** (0.458)
ratiofnt.l3	0.287 (0.282)	0.065 (0.166)	-0.305 (0.283)	0.711 (0.589)
itc2015.l3	0.121 (0.190)	-0.045 (0.112)	-0.256 (0.191)	0.266 (0.398)
tti2015.l3	0.051 (0.111)	-0.040 (0.065)	-0.121 (0.112)	0.658*** (0.233)
ratiofet.l4	-0.320 (0.234)	-0.051 (0.138)	0.108 (0.235)	-0.717 (0.489)
ratiofnt.l4	0.471* (0.265)	0.329** (0.156)	0.004 (0.266)	0.454 (0.553)
itc2015.l4	0.036 (0.189)	0.061 (0.111)	-0.260 (0.190)	-0.150 (0.394)
tti2015.l4	0.140 (0.127)	0.076 (0.074)	-0.076 (0.127)	0.163 (0.264)
sd1	-1.676 (4.795)	0.227 (2.821)	-0.765 (4.821)	17.291* (10.017)

sd2	0.477 (3.296)	0.730 (1.939)	1.767 (3.313)	1.854 (6.885)
sd3	-3.606 (4.803)	6.724** (2.825)	-0.008 (4.829)	10.242 (10.034)
Observations	55	55	55	55
R ²	0.421	0.886	0.288	0.435
Adjusted R ²	0.116	0.825	-0.088	0.137
Residual Std. Error (df = 36)	3.546	2.086	3.565	7.407
F Statistic (df = 19; 36)	1.380	14.670***	0.765	1.461
	0.807	0.807	0.789	0.744
Roots of the characteristic polynomial	0.74	0.739	0.725	0.725
	0.672	0.633	0.633	0.002

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se realizaron las pruebas de causalidad de Granger, donde se encontró que la variable *tii2015* en primera diferencia causa en el sentido de Granger, al 1% de significancia, a *ratiofet* en primera diferencia. Esto sugiere que la variable *tii2015* es útil para predecir el comportamiento de la variable *ratiofet*. También se encontraron dos casos adicionales: la variable *ratiofet* en primera diferencia causa en el sentido de Granger, al 10% de significancia, a la variable *tii2015* en primera diferencia; y la variable *itc2015* en primera diferencia causa en el sentido de Granger, al 10% de significancia, a la variable *ratiofet* en primera diferencia. Esto indica que ambas variables pueden ser útiles para predecir el comportamiento temporal de la otra con un 90% de confianza (ver tabla 8).

Tabla 8.

Prueba de causalidad de Granger.

From	To	Statistic	P.value
tii2015	ratiofet	15.7909	0.0002
ratiofet	tii2015	3.1722	0.0804
itc2015	ratiofet	3.082	0.0847
ratiofnt	itc2015	1.7647	0.1895
tii2015	ratiofnt	0.8094	0.3722
tii2015	itc2015	0.3501	0.5565
ratiofnt	tii2015	0.2337	0.6307

ratioynt	ratioypt	0.1808	0.6724
itc2015	ratioynt	0.0697	0.7928
ratioypt	ratioynt	0.0493	0.8252
ratioypt	itc2015	0.0434	0.8358
itc2015	tti2015	0.0000	0.9964

Nota. Elaboración propia.

En concordancia con la tabla 7, se muestran las pruebas realizadas para verificar los supuestos del modelo VAR, en relación a los errores producidos, los cuales deben cumplir con las condiciones de homocedasticidad, no correlación serial y normalidad.

En relación al supuesto de homocedasticidad, se llevó a cabo un modelo ARCH, el cual en este caso, funcionó como una prueba sobre los errores, siendo un modelo autorregresivo con heterocedasticidad condicional. Dicha prueba arrojó como resultado un estadístico de 500 y un p-valor correspondiente de 0.492, es decir, mayor a 0.05 (5% de significancia). Por lo tanto, no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que los errores son homocedásticos.

En cuanto al supuesto de correlación serial de los errores, se realizó la prueba de Portmanteau, en la que se obtuvo un estadístico de 184.877 y un p-valor correspondiente de 0.631, lo cual indica que es mayor a 0.05 (5% de significancia). Por tanto, no se cuenta con evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no existe correlación serial entre los errores del modelo.

Finalmente, al evaluar el supuesto de normalidad de los errores mediante la prueba de Jarque-Bera, se obtuvo un estadístico de 6.845 y un p-valor correspondiente de 0.553, el cual es mayor a 0.05 (5% de significancia). Por lo tanto, no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que existe normalidad en los errores.

En resumen, el modelo econométrico de vectores autorregresivos propuesto cumple con todos los supuestos necesarios para ser considerado válido.

Tabla 9.*Prueba de los supuestos del modelo VAR.*

Assumption	Test	Statistic	P-value
Homoskedasticity	ARCH (multivariate)	500	0.492
No serial correlation	Portmanteau Test (asymptotic)	184.877	0.631
Normality	JB-Test (multivariate)	6.845	0.553

Nota. Elaboración propia.

Una vez realizadas y superadas las pruebas correspondientes, se procede a la formulación de las funciones de impulso y respuesta de todas las variables de estudio entre sí, cuya representación gráfica se muestra en la figura 9.

En el corto plazo, cuando se produce una desviación estándar en los errores de la ecuación de la variable *ratiofet*, esto ocasiona un efecto de 3.54, -0.33, -0.95 y 5.23 desviaciones estándar en ella misma, así como en las variables *ratiofnt*, *itc2015* y *tii2015*, respectivamente, en el primer periodo luego de dicha innovación en la exportación de petróleo relativa. Este comportamiento persiste hasta el séptimo periodo, es decir, aproximadamente dos años después.

Por otro lado, en el largo plazo, cuando se produce una desviación estándar en los errores de la ecuación de la variable *ratiofet*, se genera un efecto de 1.89, -0.18, -0.06 y 0.52 desviaciones estándar en ella misma, así como en las variables *ratiofnt*, *itc2015* y *tii2015*, respectivamente.

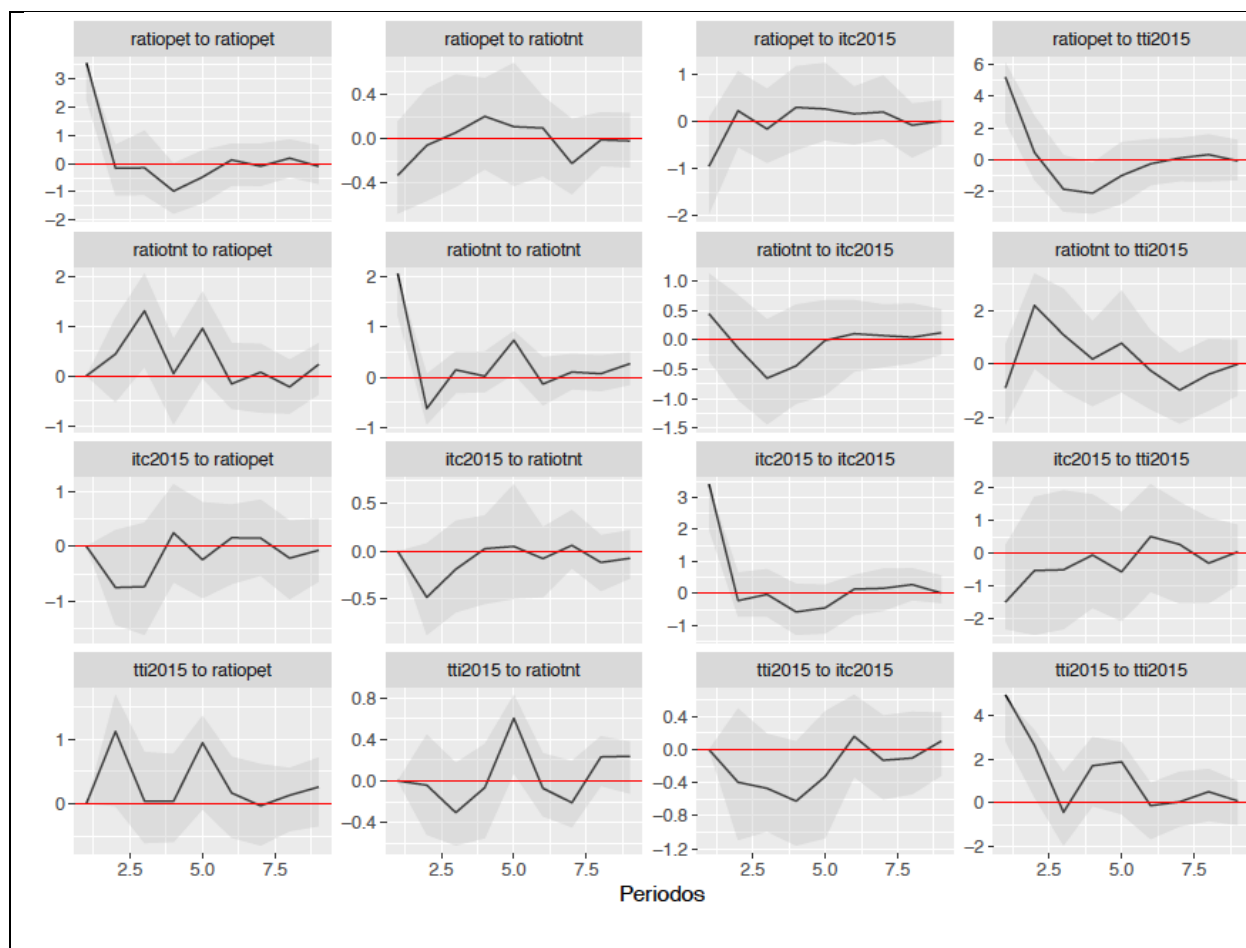
Al observar las bandas mínimas y máximas de confianza al 95%, se evidencia que el efecto de la variable *ratiofnt* ante un impacto de la variable *ratiofet* es menor y cercano a cero, es decir, un aumento en la exportación de petróleo relativo puede no tener un impacto significativo en la producción transable relativa, tanto en el corto como en el largo plazo.

De igual forma, los efectos en la variable *itc2015* ante un impacto de la variable *ratiofet* son muy cercanos a cero, lo que indica que un impacto en la exportación de petróleo relativo a la tasa de cambio (índice 2015) tiene un efecto casi nulo en el largo plazo, salvo en el corto plazo,

donde la probabilidad de no ser significativa es menor. Sin embargo, en lo que respecta al efecto de la variable *tii2015* ante un impacto de la variable *ratiofet*, es importante destacar que en el corto plazo los valores son positivos y bien definidos. A partir del tercer y cuarto periodo en adelante, los efectos son más débiles y cercanos a valores cercanos a cero, lo que significa que la exportación de petróleo relativa tiene un efecto positivo a corto plazo pero nulo a largo plazo en esta variable en particular.

Figura 9.

Función impulso respuesta.



Nota. Elaboración propia.

Finalmente, se llevó a cabo la descomposición de la varianza del modelo y los resultados se presentan en la tabla 10. El objetivo de este análisis es evaluar la contribución de la información de todas las variables endógenas en el comportamiento de posibles pronósticos a través de impactos exógenos hacia una variable endógena en particular. En este caso, se intenta observar la varianza del error en relación con las variables endógenas *ratioynt*, *itc2015* y *tii2015*, mediante la contribución de información de impactos exógenos sobre otras variables endógenas, en este caso *ratioypt*.

Los resultados indican que la variable *ratioypt* contribuye a la varianza de la variable *ratioynt* en un 2.5% solo en el primer periodo después del shock, y luego se estabiliza en un margen de 3.6% en los periodos siguientes. Asimismo, la variable *ratioypt* contribuye a la varianza de la variable *itc2015* en un 7.1% en el primer periodo y se estabiliza cercana a un 7.88% en los periodos subsiguientes. En cuanto a la variable *tii2015*, se evidencia que la varianza contribuida por la variable *ratioypt* es de 49.8% en el primer periodo y luego se estabiliza en un margen de aproximadamente 42.39% en los periodos subsiguientes.

Cabe destacar el efecto significativo que la exportación de petróleo tiene en los términos de intercambio (índice 2015) y en la tasa de cambio (índice 2015), lo cual es coherente con la teoría de la enfermedad holandesa.

Tabla 10.

Descomposición de la varianza.

Variance	Contribution	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ratioypt</i>	<i>ratioypt</i>	100	86.3	74.88	75.95	69.18	68.94	68.86	68.53
<i>ratioypt</i>	<i>ratioynt</i>	0	1.31	11.22	10.6	14.03	14.09	14.09	14.23
<i>ratioypt</i>	<i>itc2015</i>	0	3.81	6.47	6.43	6.06	6.15	6.25	6.43
<i>ratioypt</i>	<i>tii2015</i>	0	8.57	7.43	7.02	10.73	10.82	10.8	10.81
<i>ratioynt</i>	<i>ratioypt</i>	2.5	2.26	2.25	3.02	2.75	2.89	3.64	3.6
<i>ratioynt</i>	<i>ratioynt</i>	97.5	93	90.64	89.84	85.19	84.95	83.65	82.77
<i>ratioynt</i>	<i>itc2015</i>	0	4.7	5.26	5.23	4.48	4.55	4.53	4.7

ratioynt	tti2015	0	0.03	1.85	1.91	7.58	7.61	8.19	8.93
itc2015	ratioynt	7.1	7.33	7.17	7.27	7.55	7.67	7.88	7.88
itc2015	ratioynt	1.54	1.66	4.67	5.68	5.54	5.58	5.59	5.57
itc2015	itc2015	91.36	89.81	85.41	81.83	81.12	80.81	80.52	80.52
itc2015	tti2015	0	1.2	2.75	5.22	5.79	5.93	6.01	6.04
tti2015	ratioynt	49.8	41.04	43.09	44.85	43.21	43.1	42.58	42.39
tti2015	ratioynt	1.47	8.27	9.29	8.44	8.58	8.61	9.63	9.74
tti2015	itc2015	4.03	3.71	3.79	3.43	3.58	3.87	3.91	3.99
tti2015	tti2015	44.7	46.98	43.84	43.28	44.62	44.42	43.88	43.88

Nota. Elaboración propia.

5. Conclusiones y recomendaciones

La relación existente entre el crecimiento económico y la abundancia de recursos naturales es un tema recurrente en la literatura académica, el cual ha sido objeto de análisis por diversos autores a través de la evidencia empírica. En este sentido, se destaca el trabajo llevado a cabo por Anderson et al. (2016), quienes analizaron la hipótesis de la enfermedad holandesa en su caso de estudio y rechazaron dicha hipótesis. Sin embargo, los resultados obtenidos por Papyrakis y Raveh (2014) en su análisis indican que esta hipótesis se cumple.

De este modo, se puede concluir que existe una disparidad de resultados en cuanto a la relación entre el crecimiento económico y la extracción de recursos naturales. Esto se debe, en gran medida, a que dicha relación debe ser analizada tomando en cuenta las características de las regiones objeto de estudio. Por ejemplo, la política fiscal basada en el uso de rentas petroleras puede tener un impacto significativo en el desarrollo económico de una economía, pero la malversación de fondos puede generar desvíos de recursos y pérdidas de eficiencia en su canalización, afectando así la generación de empleo y el mantenimiento de una senda de crecimiento.

Bajo esta perspectiva, el objeto de la presente investigación es determinar si el aumento de las exportaciones de petróleo relativo ha causado síntomas de enfermedad holandesa en la economía colombiana durante el período 2005-2019. Para ello, en primer lugar, se presentan estadísticas descriptivas de las variables empleadas en el análisis. Posteriormente, se exponen los resultados de estadística inferencial y econometría de series de tiempo multivariados

Adicionalmente, se utilizaron los criterios informativos de Akaike, Bayes-Schwarz y Hannan-Quinn para seleccionar el rezago ideal del VAR, para luego, realizar las pruebas de normalidad de Jarque-Bera, pruebas de autocorrelación de Portmanteau y pruebas de heterocedasticidad ARCH para validar los supuestos del modelo de vectores autorregresivos.

Una vez superados las pruebas de significancia del modelo, se procedió a realizar las funciones de impulso-respuesta, con el objetivo de medir y observar el impacto de las innovaciones de los errores de las variables en las innovaciones de otras variables.

De acuerdo con los resultados en la estadística descriptiva, se observa que las variables *ratiopt*, *ratioynt* y *tti2015* tienen valores más altos que su mediana, lo que indica que estas variables presentan una distribución sesgada hacia la derecha. Además, se puede deducir que la variable *ratioynt* tiene una asimetría hacia la izquierda debido a que su media es menor que su mediana. En resumen, las variables mencionadas presentan una distribución sesgada no simétrica y se pueden inferir propiedades específicas de su distribución a partir de la relación entre la media y la mediana.

Así mismo, utilizando funciones de impulso y respuesta de las variables de estudio. Los resultados indican que en el corto plazo, un aumento en la exportación de petróleo relativa tiene un efecto positivo en la producción transable, lo que evidencia síntomas de enfermedad holandesa, con lo que se estaría aceptando la hipótesis de este trabajo donde se manifiesta que en el periodo

2005-2019 la exportación de petróleo ha incidido en una apreciación del tipo de cambio real, afectando la competitividad de las exportaciones de bienes producidos en los demás sectores.

Sin embargo, en el largo plazo, dicho efecto disminuye y tiende a ser nulo. Además, se observa que la exportación de petróleo relativa no tiene un impacto significativo en la tasa de cambio a largo plazo. En resumen, los hallazgos sugieren que el auge de la exportación de petróleo relativo puede no tener un impacto significativo en la producción transable y la tasa de cambio a largo plazo.

En cuanto a futuras investigaciones, sería recomendable extender el periodo de estudio, a pesar de la limitación de la falta de disponibilidad de datos del Producto Interno Bruto (PIB) desglosados por el código CIIU, cuya compilación inició en 2005. De esta manera, se podría desglosar el PIB por ramas de actividad para los años previos, lo que permitiría obtener una información detallada de cada actividad, relevante para el cálculo de los coeficientes de Gini por sector. Es importante resaltar que esta información adicional agregará valor al análisis y a las conclusiones del estudio realizado.

6. Referencias

- Anderson, Z., Kusters, K., McCarthy, J. J., & Obidzinski, K. (2016). Green growth rhetoric versus reality: Insights from Indonesia. *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*, 38, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.008>
- Araújo, E. R. (2010). *Los orígenes de la desindustrialización colombiana*. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cenes/article/view/45>
- Arellano-Yanguas, J. (2018). Extractive industries and regional development: Lessons from Peru on the limitations of revenue devolution to producing regions. *Regional & Federal Studies*, 29(2), 249-273. <https://doi.org/10.1080/13597566.2018.1493461>
- Arteaga, C., Granados, J. C., & Joya, J. N. O. (2013). El comportamiento del tipo de cambio real en Colombia: ¿explicado por sus fundamentales? *Ensayos sobre Política Económica*, 31(72), 1-17. [https://doi.org/10.1016/s0120-4483\(13\)70001-0](https://doi.org/10.1016/s0120-4483(13)70001-0)
- Baena-Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3.a ed.). Grupo Editorial Patria.
- Bildirici, M., & Kayıkçı, F. (2013). Effects of oil production on economic growth in Eurasian countries: Panel ARDL approach. *Energy*, 49, 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.10.047>
- Brown, J. W., Fitzgerald, T. L., & Weber, J. G. (2019). Does Resource Ownership Matter? Oil and Gas Royalties and the Income Effect of Extraction. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(6), 1039-1064. <https://doi.org/10.1086/705505>
- Campo, J., & Sanabria, A. (2013). Recursos Naturales y Crecimiento Económico en Colombia: ¿Maldición de los Recursos? *Perfil de Coyuntura Económica*, 21, 17-37. <http://www.scielo.org.co/pdf/pece/n21/n21a2.pdf>

- Caselli, F., & Michaels, G. (2013). Do Oil Windfalls Improve Living Standards? Evidence from Brazil. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(1), 208-238.
<https://doi.org/10.1257/app.5.1.208>
- Cavalcanti, T., Da Mata, D., & Toscani, F. (2019). Winning the oil lottery: the impact of natural resource extraction on growth. *Journal of Economic Growth*, 24(1), 79-115.
<https://doi.org/10.1007/s10887-018-09161-z>
- Collier, P., & Goderis, B. (2007). Commodity Prices, Growth, and the Natural Resource Curse: Reconciling a Conundrum. *Social Science Research Network*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1473716>
- Corden, M., & Neary, P. (1982). Booming sector and de-industrialization in a small open economy. *The Economic Journal*, 92, 825-848.
- De Silva, D. G., McComb, R. P., & Schiller, A. R. (2020). Do Localities Benefit from Natural Resource Extraction? *The Energy Journal*. <https://doi.org/10.5547/01956574.41.5.ddes>
- Giljum, S., Bruckner, M., & Martinez, A. (2015). Material Footprint Assessment in a Global Input-Output Framework. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 792-804.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12214>
- Gutiérrez, D. G., Moreno-Piraján, J. C., & Urrea-Ríos, I. L. (2011). Enfermedad Holandesa El Auge del Sector Minero Energético Colombiano 2000 - 2010 (Dutch Disease the Boom of the Colombian Mining-Energy Sector 2.000–2.010). *Social Science Research Network*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3427799>
- Haggerty, J. H., Gude, P. H., Delorey, M. J., & Rasker, R. (2014). Long-term effects of income specialization in oil and gas extraction: The U.S. West, 1980–2011. *Energy Economics*, 45, 186-195. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.06.020>

- Hasanov, F. (2013). Dutch disease and the Azerbaijan economy. *Communist and Post-communist Studies*, 46(4), 463-480. <https://doi.org/10.1016/j.postcomstud.2013.09.001>
- Hernández, G. (2013). Terms of trade and output fluctuations in Colombia. *Cepal Review*, 2013(110), 109-131. <https://doi.org/10.18356/b32f626a-en>
- Huang, Y., Raza, S. A., Hanif, I., Alharthi, M., Alharthi, M., & Zain-Ul-Abidin, S. (2020). The role of forest resources, mineral resources, and oil extraction in economic progress of developing Asian economies. *Resources Policy*, 69, 101878. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101878>
- Jensen, B., Kletzer, L., Bernstein, J., & Feenstra, R. (2005). Tradable Services: Understanding the Scope and Impact of Services Offshoring [with Comments and Discussion]. *Brookings Trade Forum*, 75-133. <http://www.jstor.org/stable/25058763>
- Kallis, G., & Sager, J. (2017). Oil and the economy: A systematic review of the literature for ecological economists. *Ecological Economics*, 131, 561-571. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.011>
- Koitsiwe, K., & Adachi, T. (2015a). Australia Mining Boom and Dutch Disease: Analysis Using VAR Method. *Procedia. Economics and finance*. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)01307-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)01307-6)
- Koitsiwe, K., & Adachi, T. (2015b). Relationship between mining revenue, government consumption, exchange rate and economic growth in Botswana. *Contaduría y Administración*, 60, 133-148. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.08.002>
- Ltkepohl, H. (2007). New Introduction to Multiple Time Series Analysis. En *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-27752-1>

- Merlevede, B., Schoors, K., & Van Aarle, B. (2009). Russia from Bust to Boom and Back: Oil Price, Dutch Disease and Stabilisation Fund. *Comparative Economic Studies*, 51(2), 213-241. <https://doi.org/10.1057/ces.2009.2>
- Olusi, J. O., & Olagunju, M. A. (2005). The Primary Sectors of the Economy and the Dutch Disease in Nigeria. *The Pakistan Development Review*, 44(2), 159-175. <https://doi.org/10.30541/v44i2pp.159-175>
- Ortega, J., & Sierra, L. (2016). Does industrial employment react to movements in the real exchange rate? An empirical analysis for Colombia, 2000-2010. *Latin American Journal of Economics: formerly Cuadernos de Economía*, 53(1), 39-60. <https://doi.org/10.7764/laje.53.1.39>
- Papyrakis, E., & Raveh, O. (2014). An Empirical Analysis of a Regional Dutch Disease: The Case of Canada. *Environmental and Resource Economics*, 58(2), 179-198. <https://doi.org/10.1007/s10640-013-9698-z>
- Peach, J. T., & Starbuck, C. M. (2011). Oil and Gas Production and Economic Growth in New Mexico. *Journal of Economic Issues*, 45(2), 511-526. <https://doi.org/10.2753/jei0021-3624450228>
- Perilla, J. C. G. (2010). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 75-116. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.1631>
- Perry, G., & Olivera, M. (2009). Perry, G., & Olivera, M. (2009). El impacto del petróleo y la minería en el desarrollo regional y local en Colombia. *Fedesarrollo*.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>

- Puyana, A., & Oxon, P. (1994). La enfermedad holandesa y las bonanzas petroleras y cafeteras en Colombia, algunas recomendaciones entorno a experiencias propias y ajenas. *Ensayos sobre economía cafetera*, 7(10), 51-74.
- Ramírez, C. (2014). La Enfermedad Holandesa en México 1995-2014. *Trabajo de Tesis de Maestría en Economía Aplicada. El Colegio de La Frontera Norte*.
<https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/11/TESIS-Ramirez-Zepeda-Claudia-Daniela-1.pdf>
- Rocchi, B., Landi, C. T., Stefani, G., Romano, S., & Cozzi, M. (2015). Escaping the resource curse in regional development: a case study on the allocation of oil royalties. *International Journal of Sustainable Development*, 18(1/2), 115.
<https://doi.org/10.1504/ijsd.2015.066794>
- Said, S. A., & Dickey, D. A. (1984). Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. *Biometrika*, 71(3), 599-607.
<https://doi.org/10.1093/biomet/71.3.599>
- Sampieri, R. H., Collado, C., & Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. En *McGraw-Hill Interamericana eBooks* (p. 613).
<http://148.202.167.116:8080/jspui/handle/123456789/2707>
- Shi, Y., Guo, S., & Sun, P. (2017). The role of infrastructure in China's regional economic growth. *Journal of Asian Economics*, 49, 26-41. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2017.02.004>
- Sierra, L. P., & Manrique, K. L. (2014). A first approach to the impact of the real exchange rate on industrial sectors in colombia. *Cepal Review*, 2014(114), 119-134.
<https://doi.org/10.18356/8927443b-en>

- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1.
<https://doi.org/10.2307/1912017>
- Torres, D., & Gilles, E. (2012). Exportaciones industriales de Colombia: estructura tecnológica, sofisticación y diversificación (1990-2010). *instname:Universidad Jorge Tadeo Lozano*.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/10051>
- Vargas-Restrepo, J. H., & Saldarriaga, J. P. (2020). Las exportaciones de hidrocarburos y el crecimiento económico en Colombia 1960-2016: un análisis según la hipótesis de la enfermedad holandesa. *Apuntes del CENES*, 39(70), 167-182.
<https://doi.org/10.19053/01203053.v39.n70.2020.10421>
- Weinstein, A., Partridge, M. D., & Tsvetkova, A. (2017). Follow the money: Aggregate, sectoral and spatial effects of an energy boom on local earnings. *Resources Policy*, 55, 196-209.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.11.018>
- Wunder, S. (1992). La enfermedad holandesa y el caso colombiano. *Coyuntura económica*, 22(1), 167-190.

