

Políticas mundiales para la disminución de emisión de CO2 y sus
posibles efectos en el precio de los hidrocarburos en la balanza
comercial de Colombia

Tomás Herrera Cuervo
Código: 201510019003
Juan Ignacio Rodríguez
Código: 201517504003

Mayo, 2020

Asesor
Thomas Goda

Trabajo de Grado
Universidad EAFIT, Departamento de Economía
Medellín, Colombia

Resumen

El progreso humano ha llevado al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, los cuales han traído efectos negativos para la salud de las personas y de las economías. Como consecuencia de esto, se han implementado diferentes instrumentos para disminuir la emisión de CO₂ a nivel global, las cuales podrían afectar la demanda y el precio de los hidrocarburos. El propósito de este trabajo es ver como se podría ver afectada la balanza comercial de Colombia en el futuro después de aplicarse estos instrumentos para reducir las emisiones de CO₂.

Abstract

Human progress has led to an increased of greenhouse gas emissions, which have had negative effects on people's health and economy impacts. As a consequence of this, different instruments have been implemented to reduce CO₂ emissions globally, which can affect the demand and hydrocarbons price. The purpose of this work is to see how Colombia's trade balance might look in the future after the global implementation of these instruments to reduce CO₂ emissions.

Palabras clave: Impuesto al Carbono, Cap and Trade, Demanda, Precio, Petróleo, Carbón, Balanza Comercial de Colombia.

1. Introducción

Debido al progreso humano y su quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón mineral) y la deforestación (por urbanización y agricultura) se ha aumentado la emisión de CO₂ a la atmósfera, generando una agudización del efecto invernadero (Martinez y Fernandez, 2004). Esta emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han venido aumentando en un 31% después de la revolución industrial en 1760, lo que ha provocado que la temperatura de la tierra siga aumentando y creando varios efectos negativos para la sociedad (IPCC, 2001).

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza en 2019 (WWF, por sus siglas en inglés), el aumento de la temperatura ha provocado el derretimiento de los polos, lo que a su vez ha aumentado el nivel de los mares, afectando a las poblaciones aledañas. También los fenómenos naturales se volvieron más extremos e impredecibles, lo que afecta varios sectores de la economía. En un informe realizado por la Comunidad Andina (CAN) en 2008 se encontró, por ejemplo, que los impactos económicos para los países Latinoamericanos, por culpa del cambio climático, harían que su PIB creciera 4,3% menos de lo esperado para 2025.

En un informe de la Organización Meteorológica Mundial (2019), para septiembre de 2018 había más de 2 millones de personas desplazadas por culpa del cambio climático. En 2017, las sequías provocaron pérdidas por USD 300.000 millones en Estados Unidos y la producción agrícola en Sudamérica fue 8% menos. De acuerdo a un estudio realizado por el Instituto para el Nuevo Pensamiento Económico (2019), el PIB per cápita mundial disminuirá 7.2% en 2100 si el calentamiento global es por encima de 2 grados centígrados.

Gracias a estas problemáticas en el 2005 se creó el Protocolo de Kioto que compromete a países industrializados, entre ellos Estados Unidos y Unión Europea, los cuales son los principales causantes de los elevados niveles de GEI en la atmósfera, siendo el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años (UNFCCC, 2017). Este protocolo fue considerado como el primer paso importante a nivel mundial de reducción y estabilización de emisiones de CO₂.

Años más tarde se creó otro pacto para frenar o disminuir las emisiones de GEI en el mundo, el cual fue el Acuerdo de París del año 2015, cuyo objetivo es mejorar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de los 2 grados centígrados y aumentar la capacidad de los países sean coherentes con las corrientes de financiación con un nivel bajo de emisiones (UNFCCC, 2015).

En el Protocolo de Kioto y Acuerdo de París se fijaron límites a la emisión de CO₂ y se propusieron dos instrumentos principales para desincentivar el uso de los hidrocarburos.: (i) el “Impuesto al CO₂” que se cobra por tonelada de CO₂ emitida al medio ambiente, y (ii) “Cap and Trade” que es un sistema en el que se comercializa un cupo disponible de emisión por tonelada. Para 2019 ya habían 58 países que habían implementado o pensaban implementar el Impuesto al Carbono (IC) y Cap and Trade (ETS), entre ellos están todos los países europeos y países Latinoamericanos como por ejemplo Argentina, Chile y Colombia (Banco Mundial, 2019).

De aplicarse estos instrumentos a nivel global – o más específicamente en los Estados Unidos, China y la Unión Europea, los cuales son los países que sobre todo demandan más petróleo y emiten más CO₂ como se observa en la Tabla 1 (53,6% del total mundial) – se puede esperar que el precio de bienes que contengan hidrocarburos aumente, lo cual desincentiva el consumo de estos, provocando que tanto la demanda como el precio por hidrocarburos baje.

Tabla 1: Países con las mayores emisiones de CO2 en 2018

País	Millones de toneladas de CO2 emitidas en 2018	Porcentaje del total (%)
China	9.528	28,1
Estados Unidos	5.145	15,2
Unión Europea	3.479	10,3
India	2.479	7,3
Rusia	1.551	4,6
Japón	1.148	3,4
Alemania	726	2,1
Corea del Sur	698	2,1
Irán	656	1,9
Arabia Saudí	571	1,7
Canadá	550	1,6

Fuente: BP Statistical Review of World Energy (2019)

Mientras la participación de Colombia en emisiones de GEI es relativamente baja, cambios en la demanda y el precio mundial de hidrocarburos podrían afectar el país fuertemente, dado que el 61% de las exportaciones de Colombia son petróleo y carbón a Estados Unidos y China mayormente (DANE, 2020). Bajo este escenario la balanza comercial de Colombia se podría ver afectada negativamente si la demanda y los precios mundiales de hidrocarburos se ven afectados por las políticas de mitigación de CO2.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, nos preguntamos ¿Cómo pueden afectar las políticas mundiales para la disminución del uso de CO2 a la balanza comercial de Colombia? Para esto se hizo una revisión de literatura y varias proyecciones para estimar los efectos positivos o negativos sobre la Balanza Comercial.

Este trabajo se encuentra dividido en 5 partes: la segunda parte son los antecedentes y marco teórico donde se explican las medidas e instrumentos

tomados para reducir las emisiones de CO₂ y sus efectos en la economía; en la tercera parte se encuentra la metodología que se utilizó para medir los efectos de estos instrumentos sobre el precio de los hidrocarburos y los efectos sobre la Balanza Comercial de Colombia; en la cuarta parte se presentan los resultados del modelo y las proyecciones y en la quinta parte se encuentran las conclusiones finales del trabajo.

2. Antecedentes y Marco teórico

(i) Cómo funciona el IC y el ETS

Para entender los impactos del Impuesto al carbono y el Cap and Trade o Emission Trading System (ETS) sobre la balanza comercial de Colombia, primero es importante entender que son estos instrumentos, saber cómo funcionan y qué efectos tendría sobre la demanda y precios de los hidrocarburos.

El Impuesto al Carbono (IC), como su nombre lo dice, es un impuesto que se aplica a la tonelada emitida de CO₂ al medio ambiente. El primer país en introducir en IC como instrumento de mitigación fue Finlandia en 1990 utilizando un impuesto de USD 1,41 por tonelada emitida de CO₂ basándose en el contenido de carbón en combustibles fósiles (Nachmany et al., 2015)

Por otro lado, según el ICAP (2016), el “Cap and trade” o ETS es un mecanismo de mercado que busca desincentivar la emisión de CO₂ por medio de una fijación de precios y por transferencias de valor en el que las empresas tienen un cupo de emisión de CO₂ y puede vender su cupo o derecho de emisión a otras empresas dependiendo del tope otorgado por el gobierno a cada industria.

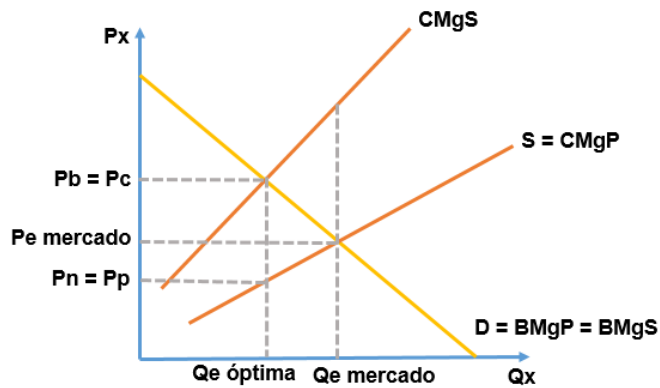
Principalmente un impuesto al carbono impondría un cargo al carbón, petróleo y gas natural en proporción a la cantidad de CO₂ que estos recursos puedan emitir. Este impuesto pasaría incluido en el precio de la factura de luz, productos derivados del petróleo y bienes con fines energéticos.

Basado en lo anterior, un impuesto al carbono puede ser cargado en cualquier momento de la cadena de producción, empezando por las empresas que se encargan de extraer el carbón, refinerías de petróleo y gas natural hasta los consumidores. Sin embargo, muchas propuestas sugieren que se aplique al tope de la cadena de producción dado que en teoría, el costo adicional pasaría a los otros componentes de la cadena como el transporte, distribuidores y finalmente los consumidores, manteniendo el objetivo de mitigar el consumo de hidrocarburos. En el caso del ETS es similar dado que al ser las firmas las que participan en este mecanismo, el fin terminaría siendo el mismo (Ye, 2013)

Económicamente hablando, estos mecanismos son interpretados como una manera de solucionar externalidades negativas dado que los costos privados (empresas que emiten CO₂) son inferiores a los costos sociales por el deterioro a la calidad de vida y son llamados impuestos pigouvianos en honor al economista Arthur Pigou en “The Economic of Welfare” en 1920 (Helbling, 2010)

En la Gráfica 2 podemos analizar a mayor detalle los precios locales después de un impuesto cuando un mercado es impactado por una externalidad. La curva de beneficio marginal del consumidor (BMg) representa el beneficio marginal consumir unidad producida adicional. La curva de costo privado marginal (CMgP) que muestra el costo de la empresa al aumentar la producción en una unidad más y por el último el costo marginal social (CMgS) que representa el costo marginal de toda la sociedad, este es mayor dado que se le suma la externalidad. La cantidad y precio socialmente óptimos están dados cuando $CMgS = BMg$ donde existe una eficiente asignación de recursos. El consumidor comprará la cantidad socialmente óptima cuando el precio esté ubicado en P_c , por lo tanto, la cantidad consumida disminuye. Los productores disminuyen la producción a niveles socialmente eficientes cuando el precio está ubicado en P_p . La diferencia entre P_c y P_p corresponde al impuesto que ayudaría a mitigar esta externalidad que sería adquirido por el gobierno.

Gráfica 2: Efecto de un impuesto pigouviano y su efecto en precios locales



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Yañez, 2017

Como mencionamos con anterioridad, el Carbon Tax y ETS son asumidos por los consumidores a través de las empresas emisoras de CO₂, esto debido a que la información del uso de hidrocarburos la otorgan las empresas de este nicho y en base a esto se procede a cobrar el impuesto pertinente de CO₂, por lo tanto los precios locales de hidrocarburos necesariamente deben aumentar.

El IC y el ETS son instrumentos independientes entre países, parten de diferentes bases, que al no estar estandarizadas, resultan complicadas para un gobierno en términos de establecer el precio o impuesto, el recaudo e incluso los resultados obtenidos. El Departamento de Estadística e Investigación de Noruega en 1994 ya empezaba a explicar lo difícil que es saber cómo se repartiría las cargas de un impuesto al carbono entre consumidores y productores (Rosendahl K, 1994)

Los principales problemas que tiene un gobierno al implementar o desarrollar impuestos ambientales para Gómez (2000) son los siguientes; El primero es que no hay información completa para el diseño de esta política. Esto es razonable dado que estos datos son propiedad de la empresa, por lo tanto, con anterioridad se debe implementar un mecanismo que garantice información correcta y honesta. El segundo problema es que en general los gobiernos no consideran las políticas

ambientales como mecanismos para resolver un problema exclusivo de eficiencia económica.

Para Grant (2020), los creadores de política actuaran fuertemente en cuestiones climáticas para el 2025 y esto causara una inflexión aguda en futuras emisiones y caída de la demanda de combustibles fósiles. Debido a lo anterior, una reducción en el precio de petróleo del 20% al corto plazo. Esta proyección se acerca con un análisis hecho por la IEA (2005) que establece que en el escenario del 2°C como máximo aumento de temperatura reduciría los precios del petróleo en un 35%.

En un reporte más reciente hecho por la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono (2017), dice que si se espera cumplir con los Acuerdos de París, el nivel de impuestos óptimo para disminuir la emisión de CO₂ es de 40-80 Usd/tCO₂ para 2020, he irlo aumentando progresivamente hasta 50-100 Usd/tCO₂ en 2030. Tomando en cuenta el efecto de un impuesto pigouviano, con estas cifras aumentaría el precio del petróleo. Basado en lo anterior, Klevnäs, Stern y Frejova (2015) hablan que los precios altos del petróleo en los últimos años han causado reducciones significativas en su uso en las grandes economías dando como ejemplo el crecimiento económico de Estados Unidos del 8.9% desde el 2007 hasta 2015 causando que la demanda de productos derivados del petróleo se redujera en 10.5% en el mismo periodo.

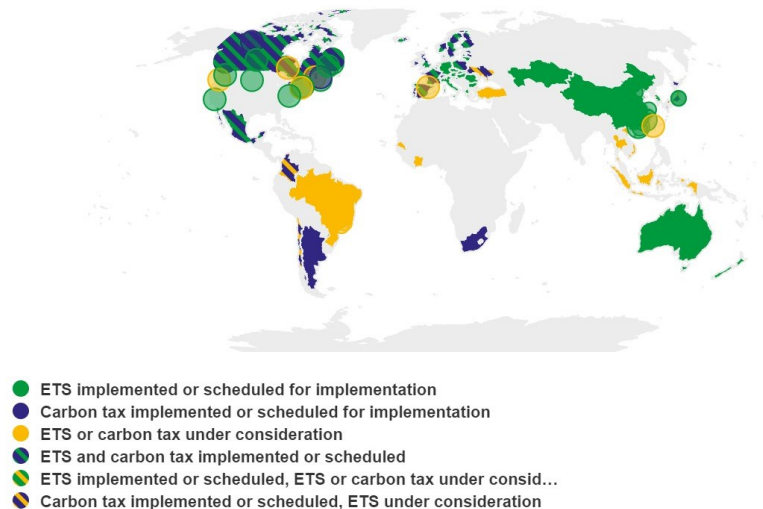
Estos mecanismos al mitigar y frenar el consumo de hidrocarburos abre paso a la implementación de nuevas energías. Sin embargo, para los países en vía de desarrollo este proceso será más lento como lo menciona Müller (2005) que expresa que las proyecciones de la demanda de combustibles fósiles en estos países va a aumentar a medida que implementen programas para mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo, este aumento ira decreciendo debido a las implementaciones de nuevas fuentes energéticas más limpias.

(ii) ¿Cuál de estos mecanismos se han aplicado en cada país?

En el mapa (Gráfica 1) se puede observar a nivel global qué países han implementado, piensan implementar o no han pensado en implementar ninguno de los dos instrumentos (impuesto al carbono y ETS) como política para reducir su emisión de CO₂. En total, son 25 países los que han implementado el impuesto al carbono, 7 países que han implementado ETS o “Cap and Trade” y 29 países que han implementado ambas.

Gráfica 1: Mapa de implementación de “Impuesto al Carbono” y Cap and Trade a nivel global.

Summary map of regional, national and subnational carbon pricing initiatives



Fuente: Banco Mundial (2019)

Se observa que son relativamente pocos los países que han implementado uno de estos instrumentos para reducir sus emisiones de CO₂, especialmente en África (aunque este continente no representa un porcentaje importante en las emisiones de CO₂ a nivel global).

En el Gráfica 1 se ve que en su mayoría, los países que han implementado estos instrumentos o los piensan implementar, son todos los países Europeos, unos pocos

en América como Canadá, Colombia, Chile o Argentina y en países de Asia como China.

En China, utilizan el sistema ETS para controlar las emisiones de GEI, donde al colocar un precio permite a un usuario comprar el derecho de emitir CO₂ de otro usuario que genere menos niveles de este. El responsable del sistema es el National Development and Reform Commission (NDRC) y empezó en el 2011 con un piloto teniendo como participantes a Beijing, Tianjing, Shanghai, Chongqing, Hubei Guangdong y Shenzhen al ser las regiones que más energía consumen proveniente del carbón. En el 2016, se estableció una cuota de 1.2 billones de toneladas de emisiones de CO₂ donde participaron 2391 empresas, en esta ocasión rotaron 160 millones de toneladas valoradas en 2.5 billones de CNY siendo el segundo mercado más grande del mundo de ETS incorporando industrias de acero, químicos, construcción y papel. Sin embargo, este mecanismo sigue siendo inmaduro en China comparado con otros países desarrollados dado que todavía no ha creado un mercado de carbono unificado y el sistema legal encargado de velar por estas políticas no está del todo definido (Weng, 2019)

En Estados Unidos, el sistema ETS está operacional en California desde el 2012 y vinculado al mercado de Quebec desde 2014. Siendo un instrumento importante para alcanzar los objetivos de reducción de GEI. Este mecanismo tiene diferencias significativas con respecto al de la Unión Europea como precio base en subastas para impedir la volatilidad del mismo. Otra diferencia clave es la inclusión del sector eléctrico que generalmente no son incluidos en ETS porque no siempre aporta niveles de GEI. En el 2015, se incluyeron proveedores de gas natural y derivados del petróleo. En 2017, se une Ontario al mercado de carbono de California siendo el tercer mercado más grande después que el de China (Aguiar-Conraria et al, 2018)

OCDE (2016), menciona que en 41 países de la OCDE y del G20 las tasas efectivas sobre el carbono son especialmente bajas en el sector industrial, eléctrico, comercial y residencial. El 90% de las emisiones de estos países no tienen fijado un precio

alguno y solo un 4% está sujeta a una tasa efectiva de 30 EUR por tonelada de CO₂ emitida y otro 6% superior a los 30 EUR.

El caso de Suecia, es el país con el impuesto al Carbono más alto en el mundo (140 Usd/tCO₂) y México con el menor (menos de 1 Usd/tCO₂) (Banco Mundial, 2017). En Colombia, el IC funciona como un mecanismo económico implementado por el Estado a través del Congreso de la República de Colombia (2016) como objetivo modificar conductas y patrones de consumo de los contribuyentes con fines ambientales. El congreso de la República de Colombia ha dispuesto que el dinero recaudado con este mecanismo, que serían 15.000 COP por tonelada de CO₂, se destinará al Fondo para la Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo Rural Sostenible en zonas afectadas por el conflicto armado, al manejo de erosión costera y la protección de ecosistemas (Aristizabal y González, 2016)

(iii) ¿Cuál es el impacto de estos mecanismos al precio mundial?

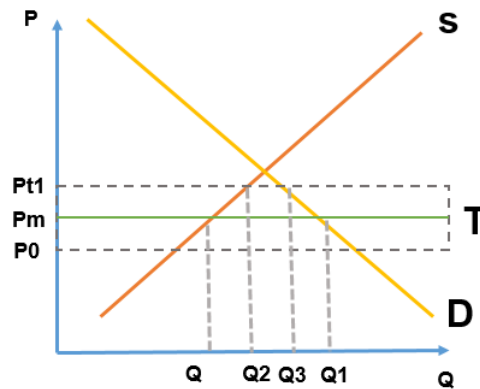
Ramirez (2018), Grynberg (2012) y junto a la Tabla 1 nos da evidencia que Estados Unidos y China son los mayores consumidores de petróleo en el mundo siendo este último el segundo mayor consumidor de carbón. Por lo tanto, estas dos economías podrían considerarse grandes con respecto al mercado internacional de estos dos bienes.

El efecto en el precio mundial del petróleo y carbón una vez incorporado un IC o un ETS pasaría a comportarse parecido a la adición de un arancel o un cargo a las importaciones de estos hidrocarburos de una economía grande.

La disminución de consumo de estos bienes crearía un exceso de oferta en dicho mercado y causaría una disminución en los precios internacionales. En la gráfica 3 se puede apreciar que el arancel (T) ha reducido el precio internacional del bien de P_m a P₀, al mismo tiempo que ha incrementado el precio local de PM a P_{t1}. El incremento del precio local y la disminución del precio mundial es una característica de economías grandes. Por otra parte, disminuye el consumo de Q₁ a Q₃

disminuyendo las importaciones de Q1-Q a Q3-Q disminuyendo la demanda local e internacional.

Gráfica 3: Efecto de un arancel y su efecto en precios mundiales



Fuente: Elaboración propia datos de: Mancera (2014)

Ghanem, Lounnas y Brennan (2002), mencionan que las regiones de la OECD imponen un impuesto al carbono que es suficiente para alcanzar el objetivo del protocolo de Kyoto, dando como resultado una caída de la demanda en la OECD de 6.5 millones de barriles diarios para el año 2010 generando una pérdida de \$23 billones de USD en exportaciones de petróleo de la OPEP. Para el caso del ETS, el derecho o cupo de emisión estaría establecido \$15 USD por tonelada emitida de CO2 generando pérdidas en exportaciones de petróleo \$12 billones de USD al año también para la OPEP.

3. Metodología

Para observar las implicaciones del “Impuesto al Carbono” y “Cap and Trade” sobre la Balanza Comercial de Colombia, se realizó un modelo econométrico de efectos fijos, ya que nos da la ventaja de disponer de un mayor número de observaciones y poder capturar el efecto de las variaciones en el tiempo de los precios del petróleo y el carbón, también se tuvo en cuenta el crecimiento de los diferentes socios comerciales y su efecto sobre la balanza comercial de Colombia en los últimos años. Estos datos fueron tomados de forma trimestral (2006q1 - 2019q4), con el fin obtener una base de datos más amplia y robusta y poder observar que tanto se ha visto afectada y que tanto podría verse afectada en un futuro.

En línea con los trabajos hechos por (Carranza J, Gonzalez A y Serna N, 2014) y (Torres A, Goda T y Sánchez S, 2018), se hizo un modelo econométrico de efectos fijos en el que se tomaron como variables de control el ingreso doméstico y extranjero; como variables explicativas se tomaron el PIB de Colombia para tener en cuenta el efecto de demanda local (el cual se espera tenga signo positivo ya que si este aumenta, entonces Colombia podría aumentar su capacidad de importar), el PIB de sus 20 mayores socios comerciales para tener en cuenta el efecto de la demanda externa (el cual también se espera que sea positivo ya que si estas economías crecen, van a poder demandar más bienes y servicios de Colombia) y por último el precio histórico del petróleo y del carbón (el cual también debería tener signo positivo ya que si aumenta su precio, también debería aumentar el ingreso de Colombia al ser este un bien inelástico).

El modelo econométrico quedaría conformado de la siguiente manera:

$$X_{pt} = P_{pt} + Y_{pt-1}^* + \mu_p + \varepsilon$$

$$M_{kt} = P_{kt} + Y_{kt-1} + \mu_p + \varepsilon$$

Donde “X” y “M” son las exportación y las importaciones de Colombia respectivamente, “p” representa los socios comerciales y “k” a Colombia, “P” es el precio mundial del petróleo y el carbón (se sumaran ambos precios y se dividió por 2, esto se hizo porque Colombia exporta estos 2 hidrocarburos y son los que más afectados se van a ver con la aplicaciones de estos instrumentos (IC y ETS) para reducir las emisiones de CO2).

“Y” es el PIB de Colombia (la cual está en logaritmo para interpretarla como elasticidad-precio), “Y*” (la cual también está el logaritmo) es el PIB de los 20 mayores socios comerciales de Colombia (Alemania, Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, China, Corea, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, México, Países Bajos, Panamá, Perú, Suiza, Venezuela), los cuales, según datos del DANE, representan más del 80% del comercio total Colombiano, “t” es el trimestre, y “ε” sería el termino error. Las estimaciones fueron hechas por medio de un modelo econométrico de efectos fijos (μ) y para las variables de ingreso, se usaron con un rezago de Pt-1 ya que los efectos de estas variables no suele verse reflejados instantáneamente en las variables dependientes.

Las importaciones y exportaciones de Colombia se obtuvieron del Banco de la Republica, el PIB de Colombia al igual que el de los 20 mayores socios comerciales se obtuvieron de OECD.data y para los países que no se encontraron datos en OECD, se obtuvieron de la base de datos de la Fred, por último el precio del petróleo y el carbón se obtuvieron de la Fred, todo estos datos fueron obtenidos de forma trimestres.

Después de correr el modelo econométrico, se obtuvieron los coeficientes de las variables explicativas en el que se pudo observar según el modelo, como un incremento en las variables “P” (precio) y “Y*” (PIB socios comerciales) han afectado las exportaciones de Colombia en el periodo de 2006q1-2019q4 y como un aumento en “P” (precio) y “Y” (PIB Colombia) han afectado las importaciones de Colombia en el mismo periodo.

Con los resultados anteriores, se estimó como se verían afectada la Balanza Comercial de Colombia con las 3 proyecciones de precios para el petróleo y el

carbón (los cuales fueron realizados por EIA y World Bank para el año 2030) y teniendo en cuenta que el precio promedio de estos hidrocarburos para 2019 fue de \$61 USD, se hizo el siguiente procedimiento:

El primero paso fue proyectar el valor las importaciones de acuerdo al crecimiento de largo plazo de “Y” (el cual según el Banco de la Republica (2018) es 3%) multiplicado por el coeficiente de “lnPIBc” obtenido del modelo, y para las exportación de acuerdo al crecimiento de largo plazo de “Y*” (el cual, según el Banco Mundial (2018), es de 2,4%) y el coeficiente de “lnPIBs” obtenido del modelo para el año 2030. El segundo paso fue obtener la diferencia del precio de las proyecciones de los hidrocarburos para 2030 con el precio promedio de 2019, posteriormente se multiplico por los coeficientes de “P” obtenidos del modelo econométrico y se multiplico con los 3 diferentes escenarios de precios.¹

Los 3 escenarios fueron los siguientes:

- Para el primer escenario se tuvo en cuenta un precio bajo en términos reales para el año 2030 de \$36,6 USD; en este caso el IEA (2016) tiene en cuenta un escenario de políticas encaminadas al desarrollo sostenible.
- El segundo caso se tuvo en cuenta un precio medio en términos reales para el año 2030 de \$62,5 USD; en el según IEA (2016) se tienen en cuenta políticas nuevas implementadas por diferentes países para cumplir con el Acuerdo de Paris y de Kioto.
- Para el tercer y último escenario, se usaron unos precios altos en términos reales para el 2030 de \$106,2 USD; en el que según el IEA (2016) las políticas futuras sigan siendo las mismas que se vienen aplicando hoy en día.

2

¹ El procedimiento matemático para las proyecciones fue el siguiente: $[\text{Imp}+(\text{Imp}*3,78\%)]*[0,52\%*(\text{precio promedio 2019} - \text{proyección de precios para 2030 y 2040})]$.

² Para las estimaciones de este trabajo fueron usadas proyecciones hechas antes de la actual coyuntura económica creada por el Covid-19 por lo que en un futuro los precios de los hidrocarburos probablemente podrían ser aún más bajos a los usados en este trabajo de grado.

4. Resultados

Los resultados de la regresión de las importaciones (Tabla 3) arrojo que todas las variables son significativas para el modelo. La variable “P” tiene signo positivo, lo que nos dice que un aumento de \$1 dólar en el precio de estos hidrocarburos aumenta las importaciones de Colombia en 0.52%, lo que tiene sentido ya que al aumentar el precio de estos hidrocarburos, el valor de los bienes importados bajan porque a Colombia le están entrando más dólares, haciendo que la moneda local se aprecie y gane más poder adquisitivo.

La variable “Y” (PIB de Colombia) también tiene signo positivo, lo que nos dice que un aumento de un 1% en el ingreso de Colombia, aumenta las importaciones en 1.26%. Estos resultados son los esperados ya que el PIB de Colombia es usado para medir el efecto de demanda local, por lo que si este aumenta, las importaciones aumentan.

Los resultados de la regresión de las exportaciones arrojo que todas las variables eran significativas para el modelo. La variable “P” tiene signo positivo, lo que nos dice que un aumento de \$1 dólar en el precio de estos hidrocarburos aumenta las exportaciones de Colombia un 0.88%. Este efecto es mayor comparado con el efecto que tiene sobre las importaciones. Esto se puede deber a que son bienes inelásticos, por lo que si el precio aumenta, no afectaría negativamente la demanda ya que los países igualmente necesitan seguir comprando estos bienes.

La variable “Y*” (PIB socios comerciales de Colombia) también tiene signo positivo, lo que significa que un aumento de un 1% en el ingreso de los socios comerciales, aumenta las exportaciones de Colombia en un 0.52%. En este caso, también era de esperarse ya que si los socios comerciales aumentan su ingreso, van a poder importar o comprar más productos de Colombia que antes, pero el efecto del aumento en el PIB de los socios comerciales es menor sobre las exportaciones de Colombia comparado con el efecto de un aumento del PIB de Colombia en las importaciones, lo que no es beneficioso para el país ya que las importaciones estarían creciendo más que las exportaciones.

Tabla 3: Resultados regresión de las Importaciones contra el Precio y el PIB de Colombia y las Exportaciones contra el Precio y el PIB de los socios comerciales

		Coef.	Std. Err.	t	P> t
lnM	p	.0052**	.0017**	30.43	0.000
	lnPIBc	1.26****	.024****	52.24	0.000
lnX	p	.0088****	.00022**	38.32	0.000
	lnPIBs	.52****	.033****	15.67	0.000

Nota: Se muestra los resultados de las regresiones entre importaciones y las variables de control son el PIB de Colombia (lnPIBc) y el precio del petróleo y carbón (p). En el otro caso se muestra los resultados de la regresión entre las exportaciones y las variables de control son el PIB de los socios comerciales (lnPIBs) y el precio del petróleo y el carbón (p).

Los resultados de las proyecciones (Tabla 4) para el año 2030 fueron los siguientes teniendo en cuenta que el valor de las exportaciones serian \$60.029 millones USD y las importaciones \$97.052 millones USD:

- En el escenario bajo, el déficit en la balanza comercial de Colombia aumentaría a US\$-32.996 millones en términos reales, lo que en términos de porcentaje sobre el PIB de Colombia para 2030 equivale al 7,4%. Casi el doble al del 2019.
- Para el escenario medio, el déficit sería de US\$-31.725 millones en la balanza comercial, lo que tendría una equivalencia del 7,1% del PIB de Colombia en el 2030, esto aunque el precio los hidrocarburos es casi igual al 2019, se debe a que las importaciones han venido creciendo más que las exportaciones porque Colombia tiene una tasa de crecimiento de largo plazo mayor a la de sus socios comerciales y como se observó en los resultados del modelo econométrico, estas tienen mayor efecto en las importaciones comparado con el crecimiento de los socios en las exportaciones.

- Para el escenario de precios alto, el déficit sería de US\$-29.590 millones con una equivalencia sobre el PIB para 2030 de 6,6%. En este caso, aunque el déficit es el menor en los 3 escenarios, sigue siendo mayor al del 2019.

Como se puede observar, en los 3 casos el déficit aumenta en términos reales y en su peso porcentual sobre el PIB también, esto se debe a que la economía Colombiana tiene proyectado crecer más (un 3%) comparada con la de sus socios comerciales (un 2.4%). También como se pudo observar en el modelo econométrico, un aumento de un 1% en el ingreso de Colombia aumenta las importaciones en 1.26%, ósea que según nuestras proyecciones, las importaciones crecerían 3.78% (3×1.26) anualmente, mientras que en el caso de un aumento de un 1% en el ingreso de los socios comerciales solo aumenta las exportaciones 0.52% y el crecimiento de estas serían 1.25% (2.4×0.52) anualmente. En resumen, las importaciones estarían creciendo 3 veces más que las exportaciones.

Tabla 4: Proyección del déficit de la Balanza Comercial y su peso porcentual sobre el PIB de Colombia para el año 2030 compara con el 2019.

	2019	2030		
		Bajo	Medio	Alto
X	\$ 52.362	\$ 46.772	\$ 60.348	\$ 83.148
M	\$ 64.529	\$ 79.768	\$ 92.072	\$ 112.738
X-M	-\$ 12.167	-\$ 32.996	-\$ 31.725	-\$ 29.590
(X-M)/PIB	3,8%	7,4%	7,1%	6,6%

Con las proyecciones hechas para el 2030, queda claro que la cuenta corriente es insostenible en el largo plazo teniendo en cuenta que todo siga igual, entonces las proyecciones para los años siguientes podrían ser peores y más teniendo en cuenta la coyuntura económica actual del Covid-19, la cual puede causar que los precios sigan siendo bajos por un largo tiempo, haciendo que el escenario de precios bajos sea el más probable.

Esto generaría un deterioro aun mayor de la balanza comercial, lo que traería efectos negativos para Colombia, como una disminución de sus ingresos obtenidos por exportaciones, que podrían hacer que Colombia tenga que aumentar su deuda o tenga que vender activos.

5. Conclusiones

Gracias al Protocolo de Kioto y los Acuerdos de Paris, son cada vez más los países que empiezan a aplicar políticas encaminadas a la reducción de emisiones de CO₂ como lo son el Impuesto al Carbono (IC) y Cap and Trade (ETS). Todo esto con el fin de bajar la demanda de productos minero energético como el petróleo y el carbón los cuales son dos de los productos que más exporta Colombia y su ingreso depende mayormente de estos.

Según la literatura revisada, los instrumentos anteriormente mencionados pueden tener un efecto negativo sobre el precio mundial de los hidrocarburos ya que lo que se buscan con estos instrumentos es bajar su demanda, esto se consigue aumentando el precio doméstico de los hidrocarburos en cada país para los bienes intensivos en CO₂, por lo que los países productores se verían afectados en sus ingresos ya que bajaría la demanda y el precio.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo, tanto en el modelo econométrico, como en las proyecciones de precios realizadas para el año 2030, nos dicen que el déficit en la balanza comercial va a ser mayor en los 3 diferentes escenarios comparados con el déficit de 2019 y esto se debe a que Colombia tiene proyectado crecer más que el promedio de sus 20 socios comerciales, haciendo que sus importaciones crezcan a un mayor ritmo que las exportaciones.

Esto traería consecuencias negativas para Colombia ya que sus exportaciones se basan mayormente en la venta de estos hidrocarburos al exterior y teniendo en cuenta que la demanda de estos productos pueden bajar, lo que causaría que el ingreso por exportaciones también baje, haciendo que la diferencia entre

exportaciones e importaciones sea mayor, empeorando el déficit en la balanza de pagos con el pasar de los años.

Es importante mencionar que nuestros resultados tienen ciertas limitaciones ya que se usó un modelo econométrico muy simple en el que no se tuvo en cuenta varios factores como los futuros impactos económicos ocasionados por la actual coyuntura económica creada por Covid-19 como por ejemplo un menor crecimiento de todos los países o unos posibles futuros precios menores de los hidrocarburos.

6. Referencias:

- Aguiar-Conraria, L., Joana Soares, M., & Sousa, R. (2018). California's carbon market and energy prices: a wavelet analysis. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 376(2126), 20170256. <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0256>
- Aristizabal, C. & Gonzalez, J. (2019). Impuesto al carbono en Colombia: un mecanismo tributario contra el cambio climático. *Semestre Económico*, 22, 52. 2020, De UDEM Base de datos.
- Aristizabal, G., y Benavides, H. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- CAN (2008). El Cambio Climático no tiene Fronteras. Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina. Comunidad Andina. Recuperado de http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/livro/libro_cambioclimatico1.pdf
- Carbon Pricing Leadership Coalition. (2017). Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Recuperado de <https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices>
- Carranza, J. Gonzalez, A y Serna, N. (2014). “La relación entre la producción y el comercio exterior de la industria manufacturera colombiana (2000-2010).” Borrador de Economía, Banco de la Republica.
- Chatam House. (2005). OPEC and Climate Change: Challenges and Opportunities. *ENERGY, ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT PROGRAMME*, 1, 67. 2020, De Chatam House Report Base de datos.
- Ghanem, S., Lounnas, R. & Brennan, G. (2002), The impact of emissions trading on OPEC. *OPEC Review*, 23: 79-112. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/1468-0076.00059>

- Gomez A., y Ramirez, Z. (2017). CAUSALIDAD ENTRE LAS IMPORTACIONES Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA (COLOMBIA). Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión.
- Grant, A. (2020). Handbrake Turn: The cost of failing to anticipate an inevitable policy response to climate change. Carbon Tracker, 1, 35. 2020, Extraído de Carbon Tracker Initiative.
- Huesca Reynoso, L., & Lopez Montes, A. (2016). Impuestos ambientales al Carbono en México y su progresividad: una revisión analítica. De ScieceDirect.
- ICAP. (2016). Emisssions Trading In Practice: A Handbook on Design And Implementation. World Bank Group. Recuperado de https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=364
- IEA. (2014). World Energy Outlook 2014, IEA, Paris. Recuperado de: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2014>
- IPCC. (2001). Cambio Climático, Informe de síntesis, IPCC. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syrfull_es.pdf
- Kahn M, Mohaddes K, Ryan N.C. Ng, Hashem M, Raissi M, Yang J. (2019), Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH
- Klevnäs, P., Stern, N., & Frejova, J. (2015). Oil Prices and the New Climate Economy. New Climate Economy briefing note.
- Mancera., A. (2014). Economía Internacional. En Política Comercial Internacional (304). <https://books.google.com.co/books?id=rNfhBAAAQBAJ>: Grupo Editorial Patria.

- Martínez, J., y Fernández, A. (2004). Cambio Climático: una visión desde México. México: Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.
- Matsumoto, K., & Fukuda T. (2006). Environmental and economic analyses of the carbon tax based on the imputed price using applied general equilibrium model: taxation on the upper industrial sectors. Environmental Economics and Policy Studies
- Müller, B. (2005). Modeling in the context of the impact of the implementation of response measures. UNFCCC expert meeting on response measures, 1, 17. 2020, De UNFCCC Base de datos.
- Nachmany, M., Fankhauser, S., Davidová, J., Kingsmill, N., Landesman, T., Roppongi, H., Schleifer, P., Setzer, J., Sharman, A., Stolle Singleton, C., Sundaresan, J. y Townshend, T. (2015). Climate Change Legislation In Finland An Excerpt From the 2015 Global Climate Legislation Study. A Review of Climate Change Legislation in 99 Countries. LSE Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, 1, 9.
- Ramales, M. (2008). Industrialización por Sustitución de Importaciones (1940-1982) y modelo “secundario-exportador” (1983-2006) en perspectiva comparada: Editorial Universidad de Málaga, Málaga, 2008
- ResearchGate. (2000). Analysis of the impact of the Kyoto Protocol on the export revenues of OPEC member states and on the oil import requirements of non-Annex I countries.
- Van der Linde, C., Lako, P., & Van, Rooijen. (2000). Analysis of the impact of the Kyoto Protocol on the export revenues of OPEC member states and on the oil import requirements of non-Annex I countries.
- Rosendahl, K. (1994), Carbon Taxes and the petroleum wealth. Statistic Norway Research Department

- Rosendahl, R. (1996) 'Carbon taxes and the impacts on oil wealth'. *Journal of Energy Finance and Development* 1(2), 223-234.
- Torres, A. Goda, T y Sánchez, S. (2018). "Efectos diferenciales de la tasa de cambio real sobre el comercio manufacturero en Colombia," *Revista ESPE - Ensayos Sobre Política Económica*, Banco de la República - ESPE, vol. 36(86), pages 193-206, June.
- UNFCCC. (2015). ¿Qué es el Acuerdo de París?, UNFCCC. Recuperado de: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- Useros, J. (2012). *El Cambio Climático: Sus causas y efectos medioambientales*. Real Academia de Medicina y Cirujía de Valladolid, 50, 71-98. 2020, De Dialnet Base de datos.
- Weng, Q. y Xu H.. (2019). A review of China's carbon trading market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 91, 613-619. 2020, De ELSEVIER Base de datos.
- World Bank Group (2017). *State and trends of carbon pricing 2017*, World Bank. Recuperado de <https://www.worldbank.org/>
- WWF. (2019). *Clima y Energía*, WWF. Recuperado de https://www.wwf.org.co/que_hacemos/wwf_al_clima/
- Yáñez Henríquez, J. (2017). Impuesto Pigouviano. *Revista de Estudios Tributarios*, (17), pág. 159-198. Recuperado de <https://revistaestudiostributarios.uchile.cl/index.php/RET/article/view/46986/48984>