

Impacto del comercio y el transporte internacional sobre la calidad ambiental: un estudio en países de América Latina y el Caribe

Christian Martín García^a

RESUMEN: En este trabajo se explora el efecto de la apertura comercial y el transporte internacional sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en 18 países de América Latina y el Caribe para el período 1995-2013. Los resultados indican que un aumento de los niveles de apertura comercial tiene un efecto mayor para los países de altos ingresos (0,17 %) que para los demás (0,067 %). En tanto se observa que un incremento del 1 % en las toneladas transportadas por kilómetro aumenta las emisiones de CO₂ en un 0,022 % (países de altos ingresos) y en un 0,014 % (países de medianos-altos ingresos).

PALABRAS CLAVE: Degradación ambiental, Emisiones de CO₂ en el transporte internacional, liberalización comercial en América Latina.

Impact of trade and international transport on environmental quality, a study in Latin American and Caribbean countries

ABSTRACT: This paper explores the effect of trade liberalization and international transport on carbon dioxide (CO₂) emissions in 18 countries of Latin America and the Caribbean for the period 1995-2013. The results indicate that an increase in the levels of trade openness has a greater effect for high-income countries (0.17 %) than for the others (0.067 %). While it is observed that an increase of 1 % in the tons transported per kilometer increases CO₂ emissions by 0.022 % (high-income countries) and by 0.014 % (middle-high income countries).

KEYWORDS: Carbon dioxide emissions in international transport, environmental degradation, trade openness in Latin America.

Clasificación JEL/JEL classification: F18, Q53.

DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2018.01.03>.

^a Dpto. de Investigación Francisco Valsecchi, Facultad de Ciencias Económicas, Pontificia Universidad Católica Argentina.

Acknowledgments: Este estudio fue financiado por el programa de investigadores de la Secretaría de Comercio dependiente del Ministerio de Producción de la República Argentina.

Cite as: García, C.M. (2018) "Impacto del comercio y el transporte internacional sobre la calidad ambiental: un estudio en países de América Latina y el Caribe". *Economía Agraria y Recursos Naturales - Agricultural and Resource Economics* 18(1), 49-78. doi: <https://doi.org/10.7201/earn.2018.01.03>.

Correspondence Author: Christian Martín García. E-mail: christian_garcia@uca.edu.ar.

Recibido en diciembre de 2017. Aceptado en mayo de 2018.

1. Introducción

En la última década se ha notado un importante crecimiento de publicaciones que estudian la relación entre el comercio internacional y la contaminación ambiental. Nótese que esta discusión comienza con algunas investigaciones alrededor de la década de los 70 (Sturm, 2003). La preocupación sobre los efectos del crecimiento económico en el medio ambiente ha contribuido a la expansión de los estudios en esta área. Sin embargo, los efectos de la globalización sobre la polución ambiental tienen tanto defensores acérrimos como opositores. Los primeros argumentan que la calidad del medio ambiente es un bien normal, por lo tanto, el crecimiento del ingreso inducido por el comercio internacional genera que las personas aumenten su demanda por un medio ambiente limpio. Esto, a su vez, incita a las empresas a cambiar hacia técnicas de producción más eficientes que generen menos externalidades negativas sobre el medio ambiente (Copeland y Taylor, 1994). En cambio, los oponentes a la globalización refieren al hecho de que la calidad ambiental se deteriora a causa del incremento del comercio debido al aumento de la producción en las industrias polución-intensivas. Por ello, el comercio genera un efecto adverso en la calidad del ambiente y para reducir este, es necesario establecer estrictas regulaciones ambientales que incentiven a las empresas a generar un cambio en los procesos de producción por métodos menos contaminantes (Baek *et al.*, 2009).

Una de las medidas más conocidas para estudiar la relación entre crecimiento económico y calidad ambiental es la curva de Kuznets. En su artículo de 1955, sugirió que el aumento de la renta per cápita generaba a su vez un incremento en la desigualdad del ingreso, pero después de cierto punto en la curva, el aumento de la inequidad empezaba a declinar. Luego de 1991, esta curva comenzó a utilizarse para describir el vínculo entre medidas de niveles de calidad ambiental y el ingreso per cápita (Yandle *et al.*, 2002).

El nexo entre el comercio internacional, transporte y la degradación medioambiental, ha sido investigado en tres líneas. En una primera, los economistas analizan la relación entre el ingreso y el transporte de carga. Desde hace algunas décadas ha comenzado a analizarse el problema del acoplamiento/desacoplamiento entre el crecimiento y el transporte de mercaderías en varios trabajos (Meersman y De Voorde, 2013; Menyah y Wolde-Rufael, 2010; Yao, 2005). En una segunda línea, se ha encontrado que un mayor comercio internacional mejora el crecimiento económico lo cual significa un mayor uso de energía, lo que provoca a su vez mayores niveles de emisiones contaminantes, especialmente de CO₂. Además, los economistas han utilizado varios métodos y técnicas para estudiar la importancia de la relación entre el comercio y la degradación ambiental bajo el encabezamiento de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (Borhan *et al.*, 2012; Chandran y Tang, 2013). En una última línea, la literatura ha investigado la relación causal entre el transporte de mercaderías y las emisiones de CO₂ como indicador de la degradación ambiental. Varios estudios se han interesado en esta relación causal y en algunos de sus principales factores (Léonardi y Baumgartner, 2004; Tanczos y Torok, 2007).

Hasta donde se sabe, ninguno de los estudios empíricos se ha centrado en investigar el nexo entre el comercio internacional, el transporte y la degradación medioambiental en países de América Latina y el Caribe. Por lo tanto, en este trabajo se adoptan modelos dinámicos de ecuaciones simultáneas con datos de panel para analizar la causalidad entre las tres variables. En otras palabras, se tienen tres modelos de ecuaciones examinados simultáneamente. El primero señala el impacto de la apertura comercial y del transporte de mercaderías sobre la degradación ambiental. El segundo expone el efecto del transporte de mercaderías y la degradación ambiental sobre la apertura comercial, y el último modelo explora el impacto del comercio y la degradación ambiental sobre el transporte.

Para las estimaciones econométricas, se utiliza un panel de datos compuesto por 18 países de América Latina y el Caribe durante el período comprendido entre 1995 y 2013. De esta manera, el modelo empleado permite examinar al mismo tiempo la interrelación entre degradación ambiental, transporte de mercancías y comercio internacional estimada por medio del Método Generalizado de Momentos (MGM).

En relación con la estructura de este trabajo, en la sección 2 se revisa la literatura relacionada con los efectos del comercio y el transporte internacional sobre la contaminación ambiental, en la sección 3 se especifican los modelos econométricos y las técnicas de estimación empleadas, en la sección 4 se presentan los resultados obtenidos, y finalmente en la sección 5, se concluye el trabajo y se discuten sus limitaciones y potenciales recomendaciones.

2. Revisión de literatura

2.1. Efectos del comercio internacional sobre la contaminación ambiental

Entre la literatura que ha analizado la relación entre contaminación y globalización, se puede mencionar a Lucas *et al.* (1993) los cuales estudiaron la asociación entre el nivel de polución y distintas composiciones de la producción manufacturera, encontrando que las políticas que distorsionan el comercio aumentan la contaminación en los países en rápido crecimiento. Dean (2002) menciona un efecto beneficioso de la liberalización para un nivel dado de ingreso. Copeland y Taylor (2001) también concluyen que el efecto neto de la liberalización del comercio sobre las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) es beneficioso. Sin embargo, ninguno de estos estudios permite tener en cuenta el problema de que el comercio puede ser el resultado de otros factores y no la causa.

Otros estudios, como por ejemplo el de Frankel y Rose (2005), intentan desenmarañar las diversas relaciones causales aislando los efectos que el comercio tiene independientemente de los ingresos por medio de un modelo de gravedad. Para ello, comienzan considerando la relación entre la contaminación y el ingreso. En consonancia con gran parte del resto de la literatura, sus hallazgos son similares a lo planteado en la curva ambiental de Kuznets para tres medidas de contaminación atmosférica, particularmente para SO₂, óxido de nitrógeno (NO_x) y para las pequeñas partículas contaminantes (PM). Es así que mencionan que manteniéndose constantes

los ingresos, se estima que la apertura medida por la relación entre comercio y renta reduce la contaminación atmosférica para los tres contaminantes, especialmente para el SO_2 . Sin embargo, encuentran lo opuesto para el CO_2 , donde las emisiones continúan acelerándose con crecimiento indefinido. En este sentido estiman que la apertura empeora las emisiones de CO_2 , a cualquier nivel de ingreso.

Chintrakarn y Millimet (2006) han utilizado el modelo de gravedad para obtener resultados similares a nivel subnacional en EEUU. Kellenberg (2008) lo ha utilizado recientemente para obtener resultados similares para un panel de 128 países. Él encuentra que los efectos ambientales beneficiosos del comercio, que reducen las emisiones de cuatro contaminantes atmosféricos locales, se verifican solo entre los países pobres y ricos, en tanto para los países de ingresos medios Kellenberg encuentra el efecto contrario.

2.2. Efectos del transporte internacional sobre la contaminación ambiental

Según la Agencia Internacional de la Energía (2009), el sector de transporte consume 2.231 millones de toneladas de petróleo a nivel global. En la OCDE (2011), América del Norte y Europa, el transporte es considerado como el mayor consumidor de energía, así es que algunos economistas esperan un aumento del 80 % del uso de combustible para el 2050. Para el año 2006, se ha estimado que el 27 % de la energía global utilizada en transporte fue consumida por camiones y transporte ferroviario. Por otra parte, se espera un aumento del 50 % del uso de energía en camiones para el doble de carga transportada, lo que para el 2050 da un aumento de la eficiencia energética en un 20 % (ARUP, 2015). Para el transporte ferroviario, se espera que el volumen de mercaderías aumente en torno al 50 % y que la eficiencia energética se multiplique por un 120 % durante el mismo período. La misma referencia indica que en todas las regiones del mundo, el sector del transporte seguirá fuertemente dominado por los combustibles derivados del petróleo (Fulton *et al.*, 2009). Recientemente, las políticas generales en las tendencias mundiales intentaron disminuir las cantidades de energía fósil utilizadas por el transporte. Han tratado de mejorar la eficiencia de nuevos recursos como los biocombustibles (etanol y biodiesel), el gas licuado de petróleo, el gas natural comprimido y la electricidad.

Steenhof *et al.* (2006) han investigado la relación entre el transporte y los gases de efecto invernadero. Sus conclusiones señalan que si la cuota de transporte de mercaderías por carretera sigue aumentando en Canadá, el progreso técnico se convierte en una solución inadecuada para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. En Inglaterra, Sorrell *et al.* (2009) mencionan que el aumento de la capacidad del transporte de vehículos y la disminución del consumo medio de energía son soluciones eficaces que pueden reducir significativamente las emisiones de CO_2 y mejorar la calidad del medio ambiente. En un estudio sobre Alemania, Francia, España, Italia e Inglaterra, Gleave y Eder (2003) encontraron que la degradación ambiental se ve afectada por los grandes volúmenes de emisiones de CO_2 y la reducción de la cuota de mercaderías transportadas por carreteras en estos países permitiría mejorar la calidad ambiental a través de la disminución de sus emisiones. Schipper *et al.* (1997) han

investigado los cambios en los modos de transporte de carga, examinando particularmente el cambio en el transporte por carretera, en 10 países industrializados durante el período 1973-1992. Utilizando un análisis de descomposición, han buscado identificar el impacto relativo de la actividad, la estructura modal y la intensidad energética en el aumento del consumo de energía en estos países. Concluyen que los factores de consumo de energía y las emisiones procedentes del transporte de mercaderías en el pasado siguen siendo importantes, lo que hace especialmente difícil la reducción de las emisiones en el transporte por carretera en un futuro próximo.

Banister y Stead (2002) han analizado las relaciones entre la actividad de transporte, la actividad económica y las emisiones de CO_2 , y sus impactos sobre el medio ambiente en los últimos años. Encontraron una fuerte asociación entre la actividad económica y el transporte, la cual aumenta considerablemente la demanda de energía y las emisiones de CO_2 . A su vez, Schäfer (2005) encontró que los volúmenes de CO_2 generados por los transportes se multiplicaron por 500 % entre 1960 y 2003, lo que explica el creciente efecto negativo sobre la calidad ambiental. Para los países en desarrollo, el impacto del transporte sobre el medio ambiente sigue siendo negativo y significativo. En Túnez, el uso de energía en la industria y la agricultura es uno de los principales contribuyentes sobre la contaminación del aire en un 31 %, seguido por el sector de transporte con un 30 %, el cual es el principal contribuyente de las emisiones de CO_2 . También en Túnez, las emisiones totales de gases de efecto invernadero están compuestas por 92 % de CO_2 , 7 % de metano y 1 % de NO_x . Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector del transporte varían de 3,4 millones de toneladas a 5,8 millones de toneladas entre 1994 y 2002, con un aumento anual del 9 % (UNDP, 2012).

Tongwane *et al.* (2015) han calculado las emisiones del transporte por carretera del número de vehículos por tipo de vehículo y distancia recorrida. Los autores encontraron que las emisiones de CO_2 en el transporte por carretera fueron de 43,5 millones de toneladas en Sudáfrica y aumentaron aproximadamente un 2,6 % anual entre 2000 y 2009. Sin embargo, estas emisiones se estiman en 0,28 millones de toneladas en el mismo período en Lesotho y aumentaron en aproximadamente 2,5 % por año. Además, Tongwane *et al.* (2015) explican que en Sudáfrica, los automóviles y camiones produjeron el 70,6 % de las emisiones totales del transporte por carretera.

3. Metodología

A pesar del impacto del comercio y el transporte internacional sobre el medioambiente, no se ha encontrado evidencia científica que se haya centrado en cuantificar el impacto de estos factores sobre la contaminación ambiental en países de América Latina y el Caribe. En consecuencia, este trabajo plantea reducir esta brecha, explorando los efectos causales entre estas variables a través de un modelo de ecuaciones simultáneas. Los datos utilizados provienen de los Indicadores Mundiales de Desarrollo (WDI, 2015). Cubren el período de 1995 a 2013. La selección del período y del conjunto de países fue dictada por la disponibilidad de los datos.

3.1. Especificación de los modelos

En las secciones anteriores se han presentado varios estudios donde los autores investigan el impacto del crecimiento económico y consumo de energía en la degradación ambiental, en función de las emisiones de CO₂ y toneladas de petróleo. Basados en la función de producción de Cobb-Douglas; Lee (2013), Lotfalipour *et al.* (2010) y Omri *et al.* (2015) presentan modelos econométricos en los que utilizan diversas variables explicativas como el desarrollo financiero, la apertura comercial, la urbanización, el *stock* de capital, la población total y la inversión extranjera directa. La mayoría de estos trabajos confirmaron causalidad positiva entre tres de estas variables y argumentaron que la degradación ambiental es significativamente acelerada por el crecimiento económico y el uso de energía. En este trabajo se utiliza la función de producción Cobb-Douglas para explicar la inter-relación entre el transporte, la apertura comercial y la degradación ambiental, incorporando otros inputs como el consumo de energía (CE), el desarrollo financiero (DF), la urbanización (UB) y el *stock* de capital (K) como variables explicativas. Sin embargo, este vínculo tripartito es potencialmente endógeno, por lo tanto vale la pena realizar el análisis considerando estas variables simultáneamente en la función de producción. Con base en esta interacción, este modelo puede ayudar a los responsables de la elaboración de políticas a identificar acciones de política comercial que permitan un desarrollo sostenible teniendo en cuenta sus posibles efectos sobre el medioambiente. La relación funcional estimada se presenta de la siguiente manera:

$$CO_2 = (AP, FT, PIB, CE, DF, K, UB) \quad [1]$$

En la ecuación 1, se postula que las emisiones de CO₂ son función del crecimiento económico (PIB), la apertura comercial (AP), el consumo de energía (CE), el transporte aéreo de mercancías (FT), el desarrollo financiero (DF), el *stock* de capital (K) y la urbanización (UB). En principio, la función de producción de Cobb-Douglas no es lineal, lo que hace que no sea útil para el proceso de elaboración de políticas y para proporcionar resultados consistentes (Shahbaz y Feridun, 2012; Shahbaz *et al.*, 2015). Para cubrir este problema, se utiliza la especificación log-lineal a fin de investigar la relación entre el transporte, la apertura comercial y la degradación ambiental. La forma funcional log-lineal de la función de producción Cobb-Douglas se modela de la siguiente manera:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln AP_t + \alpha_2 \ln FT_t + \alpha_3 \ln PIB_t + \alpha_4 \ln CE_t + \alpha_5 \ln DF_t + \alpha_6 \ln K_t + \alpha_7 \ln UB_t + \varepsilon_t \quad [2]$$

Dado que en este estudio se emplean datos de panel, se puede reescribir [2] de la siguiente manera:

$$\ln CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln AP_{it} + \alpha_2 \ln FT_{it} + \alpha_3 \ln PIB_{it} + \alpha_4 \ln CE_{it} + \alpha_5 \ln DF_{it} + \alpha_6 \ln K_{it} + \alpha_7 \ln UB_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad [3]$$

Donde α_{ik} representa los coeficientes estimados de todas las variables independientes en donde $k = 1, \dots, 7$. El subíndice $i = 1, \dots, 18$ denota el país y el subíndice $t = 1, \dots, 19$ denota el período de tiempo.

En el presente trabajo el principal objetivo es modelar los nexos causales que pueden existir entre la apertura comercial, el transporte y la degradación ambiental. Para tratar simultáneamente estas variables como endógenas, la investigación de los enlaces tripartitos entre ellas puede realizarse mediante los modelos de ecuaciones simultáneas presentes:

$$\ln CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln AP_{it} + \alpha_2 \ln FT_{it} + \alpha_3 \ln PIB_{it} + \alpha_4 \ln CE_{it} + \alpha_5 \ln POP_{it} + \alpha_6 \ln K_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad [4]$$

$$\ln AP_{it} = \Theta_0 + \Theta_1 \ln FT_{it} + \Theta_2 \ln PIB_{it} + \Theta_3 \ln CE_{it} + \Theta_4 \ln K_{it} + \Theta_5 \ln POP_{it} + \rho_i + \gamma_{it} \quad [5]$$

$$\ln FT_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln CE_{it} + \delta_2 \ln PIB_{it} + \delta_3 \ln CO_{2it} + \delta_4 \ln K_{it} + \delta_5 \ln UB_{it} + \delta_6 \ln AP_{it} + \delta_7 \ln IED_{it} + \pi_i + \tau_{it} \quad [6]$$

En la ecuación 4 se observa que la contaminación ambiental puede verse afectada de manera significativa por la apertura comercial (AP), el transporte aéreo de mercancías (FT), el crecimiento económico (PIB), el consumo de energía (CE), el tamaño de la población (POP) y el *stock* de capital (K). El uso de estas variables se lleva a cabo por los resultados de trabajos previos que confirman el impacto significativo de estos factores en el medioambiente en varios casos (Charfeddine y Khediri, 2016; Menyah y Wolde-Rufael, 2010; Saboori *et al.*, 2012). La ecuación 5 indica que la apertura comercial puede verse afectada principalmente por el transporte de mercaderías (FT), el producto interno bruto (PIB), el consumo de energía (CE), las emisiones de CO₂, el *stock* de capital y la población total. La determinación de estas variables se basa en los resultados de estudios recientes que indican la importante causalidad entre el aumento de la apertura comercial y las variables mencionadas anteriormente (Chi y Baek, 2013; Marazzo *et al.*, 2010). La ecuación 6 explora la variabilidad del transporte de mercaderías como variable dependiente, la cual puede verse afectada significativamente por el consumo de energía (CE), el PIB per cápita, las emisiones de CO₂, el *stock* de capital (K), la urbanización (UB), la apertura comercial (AP) y las inversiones extranjeras directas (IED).

3.2. Técnicas de estimación

En este trabajo se utilizan tres ecuaciones simultáneas dinámicas en donde se toman en cuenta los valores rezagados de la apertura comercial, el transporte de mercancías y de las emisiones de CO₂ empleando el estimador MGM de Arellano y Bond (1991). Los modelos empíricos se pueden re-escribir de la siguiente manera:

$$\ln CO_{2i,t} = \alpha_0 \ln CO_{2i,t-1} + \alpha_1 \ln AP_{i,t} + \alpha_2 \ln FT_{i,t} + \alpha_3 X_{i,t} + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad [7]$$

$$\ln AP_{i,t} = \theta_0 \ln AP_{i,t-1} + \theta_1 \ln CO_{2i,t} + \theta_2 \ln FT_{i,t} + \theta_3 X_{i,t} + \rho_i + \gamma_{i,t} \quad [8]$$

$$\ln FT_{i,t} = \delta_0 \ln FT_{i,t-1} + \delta_1 \ln CO_{2i,t} + \delta_2 \ln AP_{i,t} + \delta_3 X_{i,t} + \pi_i + \tau_{i,t} \quad [9]$$

en donde α , θ , δ son los parámetros a estimar, X representa el vector de las variables explicativas utilizadas para modelar las emisiones de CO₂, la apertura comercial, y el transporte de mercaderías. En tanto, μ , ρ , π son efectos específicos de cada país y ε , γ , τ son los términos de error. En la ecuación 7, α_1 , α_2 capturan el efecto de la apertura comercial y del transporte de mercaderías sobre las emisiones de CO₂ controlando a su vez por las emisiones del período $t - 1$. En la ecuación 8, el efecto del CO₂ y del transporte sobre la apertura comercial se captura por θ_1 , θ_2 , respectivamente. Por último, δ_1 , δ_2 capturan el efecto del CO₂ y de la apertura comercial sobre la variabilidad del transporte como variables endógenas en la ecuación 9. Sin embargo, la correlación entre las variables rezagadas ($\ln CO_{2i,t-1} - \ln AP_{i,t-1} - \ln FT_{i,t-1}$) y sus términos de error plantea un problema crítico ya que genera que el uso de mínimos cuadrados ordinarios en datos de panel provoque estimaciones sesgadas. Para asegurar la calidad de las estimaciones, se debe utilizar el enfoque de Arellano y Bond (1991) el cual puede resolver el problema al realizar una primera diferenciación.

Finalmente, y con el fin de mejorar la calidad de las regresiones, se utilizan dos pruebas específicas: la prueba de restricciones de sobreidentificación y la prueba de endogeneidad/exogeneidad. En primer lugar, el test de Sargan se utiliza para probar las restricciones de sobre-identificación y proporcionar alguna evidencia de la validez de los instrumentos. El rechazo de la hipótesis nula sugeriría que los instrumentos podrían estar sesgados y ser inconsistentes. En segundo lugar, se emplea el test de autocorrelación de segundo orden en los primeros errores (Arellano y Bond, 1991).

4. Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables empleadas en el análisis. Los datos anuales del transporte aéreo internacional (toneladas por kilómetro), CO₂ per cápita (toneladas métricas), apertura comercial (% de las importaciones y exportaciones sobre el PIB), uso de energía per cápita (kilogramos

de petróleo), PIB per cápita (dólares internacionales constante de 2011), crédito doméstico del sector privado (% del PIB), población urbana (% de la población total), *stock* de capital (% del PIB), población total (en millones), inversión extranjera directa (en millones) fueron descargados de los Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial (2015) para el período 1995-2013. El transporte internacional es medido en millones de toneladas transportadas por kilómetro recorrido y presenta un valor medio de 277,1 toneladas con un alto nivel de variación debido a que esta variable no está ajustada a valores relativos en función de alguna característica específica de los países. La variable de emisiones de CO₂ se mide en toneladas métricas per cápita y presenta una media de 4,3, valor que está en línea con lo reportado por Saidi y Hammami (2017). Dichas emisiones provienen de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento, incluyendo el CO₂ producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y de gas. La apertura comercial representa la suma de las exportaciones y las importaciones de bienes y servicios medidos como proporción del PIB. Su valor medio es de 68,6 %, cifra que se encuentra en el promedio reportado para países de medianos y bajos ingresos por Omri y Kahouli (2014). El uso de energía refiere al uso de energía primaria antes de la transformación a otros combustibles de uso final y se mide como el equivalente de kilogramos de petróleo per cápita por 1.000 USD del PIB convertido a dólares internacionales constantes de 2011 por las tasas de paridad de poder adquisitivo. Utilizar las tasas de paridad de poder adquisitivo facilita la comparación entre países ya que un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo que el dólar estadounidense en Estados Unidos. El crédito doméstico es medido como porcentaje del PIB y corresponde a los recursos financieros proporcionados al sector privado por las corporaciones financieras en forma de préstamos, compras de valores no emitidos, créditos comerciales y otras cuentas por cobrar que establecen un reclamo de reembolso. La población total es calculada a mediados de año y alude a todos los residentes independientemente de su ciudadanía, mientras que la población urbana se refiere a las personas que viven en zonas urbanas definidas por las oficinas nacionales de estadística. El *stock* de capital representa la formación bruta de capital como porcentaje del PIB. Finalmente, la inversión extranjera directa es la entrada y salida neta total de inversiones dirigidas a empresas que operan en una economía distinta a la del inversor calculadas en dólares estadounidenses corrientes.

En el Anexo pueden observarse gráficos que muestran la relación entre la apertura comercial, las emisiones de CO₂ y el transporte internacional desagregada por país analizado, mientras que en el Gráfico 1 se presentan las correlaciones entre las variables utilizadas. En la mayoría de las figuras puede observarse una asociación entre las tendencias de las emisiones de CO₂ y la apertura comercial, no siendo tan claro en el caso del transporte internacional. A nivel agregado las emisiones de CO₂ muestran una asociación positiva y significativa con la apertura comercial, el uso de energía, el PIB per cápita y la inversión extranjera directa. Por el contrario el transporte internacional, la población total y urbana se relacionan negativamente. Sin embargo, mediante una simple correlación o examinación visual no se puede corroborar si hay otros factores no tenidos en cuenta que impactan sobre esta asociación. Para solucionar este problema y controlar por factores relevantes se empleó el estimador MGM de

Arellano y Bond (1991) para calcular el sistema de ecuaciones entre las emisiones de CO₂, la apertura comercial y el transporte internacional. En el Cuadro 2 se presentan las estimaciones para los tres modelos. En la columna dos se estimó la ecuación 7 donde se utilizaron como variable dependiente las emisiones de CO₂ y como variables independientes su rezago, la apertura comercial, el transporte internacional, el PIB per cápita, el uso de energía y la población total. En la columna tres se presentan las estimaciones de la ecuación 8 en donde la variable dependiente se refiere a la apertura comercial y las independientes a su rezago, a las emisiones de CO₂, al transporte internacional, al PIB per cápita, al uso de energía, al *stock* de capital, al crédito doméstico, a la población total y a la inversión extranjera directa. Finalmente, en la columna cuatro pueden observarse las estimaciones de la ecuación 9 para el transporte internacional con sus respectivas variables independientes: su rezago, CO₂, apertura comercial, PIB per cápita, uso de energía, *stock* de capital, flujo de inversiones extranjeras directas y población urbana. Como puede observarse en cada una de las ecuaciones se han utilizado restricciones de exclusión para evitar sesgos en las estimaciones. La ecuación 7 arroja resultados significativos para el rezago de las emisiones de CO_{2,t-1} ($p < 0,01$), para la apertura comercial ($p < 0,10$), para el PIB per cápita ($p < 0,01$) y para el uso de energía ($p < 0,01$). En todos estos coeficientes se observa una relación positiva. En este sentido, el aumento de cualquiera de estas variables *ceteris paribus*, indica un incremento en las emisiones de CO₂. En el caso de la ecuación 8 las estimaciones presentan un resultado significativo y positivo para el rezago de la apertura comercial ($p < 0,01$), y negativos para el *stock* de capital ($p < 0,05$) y la población total ($p < 0,01$). Mientras que en la ecuación 9 se observan resultados significativos y positivos para el rezago del transporte internacional ($p < 0,01$), el *stock* de capital ($p < 0,05$) y negativos para la apertura comercial ($p < 0,10$) y para la población urbana ($p < 0,05$).

CUADRO 1
Descripción de variables

Variables	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo
Transporte aéreo internacional (toneladas/km)	277,1	485,8	0,07	2.419,9
CO ₂ (per cápita)	4,3	5,8	0,8	36,8
Apertura comercial (% del PIB)	68,6	31,3	15,6	165,3
Uso de energía (per cápita)	118,2	87,8	54,3	483,3
PIB (per cápita)	13.647,7	5.944,9	4.106,2	31.951
Crédito doméstico (% del PIB)	40,2	22,8	6,6	112,1
Población urbana (en millones)	68	21	8,4	95,5
<i>Stock</i> de capital (% del PIB)	23,2	8,5	8,8	70,7
Población total (en millones)	27,5	46,8	0,1	207,7
Inversión extranjera directa (en millones)	-4.780,9	10.960,6	-85.090,7	9.420,3

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2
Resultados del panel global

Variables	(1)	(2)	(3)
	Ln (CO ₂)	Ln (apertura comercial)	Ln (transporte internacional)
Ln (apertura comercial _{t-1})		0,822*** (0,055)	
Ln (CO ₂)		0,067 (0,047)	-0,464 (0,397)
Ln (transporte internacional)	0,004 (0,004)	-0,003 (0,006)	
Ln (PIB)	0,499*** (0,041)	-0,097 (0,063)	0,722 (0,484)
Ln (uso de energía)	0,452*** (0,035)	-0,072 (0,063)	-0,513 (0,538)
Ln (<i>stock</i> de capital)		-0,053** (0,021)	0,315** (0,160)
Ln (crédito doméstico)		-0,004 (0,021)	
Ln (población total)	-0,010 (0,008)	-0,034*** (0,013)	
IED		-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Ln (CO _{2,t+1})	0,528*** (0,035)		
Ln (apertura comercial)	0,073*** (0,023)		-0,277* (0,159)
Ln (transporte internacional _{t-1})			0,782*** (0,044)
Ln (población urbana)			-0,665** (0,277)
N.º observaciones	279	255	255

Nota: Errores estándar entre paréntesis. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,10.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3
Resultados: subpaneles altos ingresos

Variables	(1)	(2)	(3)
	Ln (CO ₂)	Ln (apertura comercial)	Ln (transporte internacional)
Ln (apertura comercial _{t-1})		0,883*** (0,129)	
Ln (CO ₂)		0,070 (0,150)	-0,487 (0,586)
Ln (transporte internacional)	0,022* (0,012)	-0,003 (0,017)	
Ln (PIB)	0,631*** (0,090)	-0,060 (0,044)	0,571 (0,357)
Ln (uso de energía)	0,665*** (0,087)	-0,042 (0,129)	0,387 (0,508)
Ln (stock de capital)		-0,012 (0,046)	0,253 (0,205)
Ln (crédito doméstico)		0,041*** (0,012)	
Ln (población total)	-0,048** (0,024)	0,004 (0,031)	
IED		0,000** (0,000)	-0,000 (0,000)
Ln (CO _{2,t-1})	0,307*** (0,082)		
Ln (apertura comercial)	0,170*** (0,036)		-0,264 (0,662)
Ln (transporte internacional _{t-1})			0,977*** (0,037)
Ln (población urbana)			-0,200 (0,164)
N.º observaciones	58	58	58

Nota: Errores estándar entre paréntesis. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,10.

Fuente: Elaboración propia.

El próximo paso fue investigar y comparar los resultados dividiendo el panel en dos subpaneles integrados por países de altos ingresos y medianos-altos ingresos. En el Cuadro 3 se presentan las ecuaciones regresadas para los países de altos ingresos

(Antigua y Barbuda, Bahamas, Chile, Trinidad y Tobago, Uruguay). En la primera ecuación se observa que el transporte internacional ($p < 0,10$), el PIB per cápita ($p < 0,01$), el uso de energía ($p < 0,01$), la apertura comercial ($p < 0,01$) y las emisiones de $CO_{2,t-1}$ ($p < 0,01$) presentan un coeficiente positivo, mientras que la población total ($p < 0,05$) presenta una asociación negativa. La segunda ecuación muestra una relación positiva para la apertura comercial_{t-1} ($p < 0,01$) y el crédito doméstico ($p < 0,01$). Finalmente, la tercera ecuación presenta resultados significativos y positivos para el transporte internacional_{t-1}.

Por último, en el Cuadro 4 se presentan los resultados para el sub-panel de los países con altos-medios ingresos (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Panamá, Perú, Surinam, Venezuela). La primera ecuación indica una relación positiva para el transporte internacional ($p < 0,10$), el PIB per cápita ($p < 0,01$), el uso de energía ($p < 0,01$), la apertura comercial ($p < 0,05$) y las emisiones de $CO_{2,t-1}$ ($p < 0,01$). En la segunda ecuación el coeficiente positivo es para la apertura comercial_{t-1} ($p < 0,01$) y negativo para el *stock* de capital ($p < 0,01$) y la población total ($p < 0,01$). Por último, la tercera ecuación muestra resultados positivos para el PIB per cápita ($p < 0,05$) el transporte internacional_{t-1} y negativos para la apertura comercial_{t-1} ($p < 0,05$).

CUADRO 4

Resultados: subpaneles medianos-altos ingresos

Variables	(1)	(2)	(3)
	Ln (CO ₂)	Ln (apertura comercial)	Ln (transporte internacional)
Ln (apertura comercial _{t-1})		0,820*** (0,043)	
Ln (CO ₂)		0,014 (0,069)	-0,286 (0,342)
Ln (transporte internacional)	0,014* (0,008)	-0,006 (0,006)	
Ln (PIB)	0,405*** (0,099)	0,041 (0,090)	0,992** (0,478)
Ln (uso de energía)	0,412*** (0,137)	-0,047 (0,091)	-0,633 (0,444)
Ln (<i>stock</i> de capital)		-0,122*** (0,040)	0,078 (0,275)
Ln (crédito doméstico)		-0,007 (0,031)	
Ln (población total)	-0,003** (0,019)	0,063*** (0,014)	

CUADRO 4 (cont.)
Resultados: subpaneles medianos-altos ingresos

Variables	(1)	(2)	(3)
	Ln (CO ₂)	Ln (apertura comercial)	Ln (transporte internacional)
IED		-0,000** (0,000)	0,000 (0,000)
Ln (CO _{2,t-1})	0,644*** (0,086)		
Ln (apertura comercial)	0,067** (0,026)		-0,390** (0,168)
Ln (transporte internacional _{t-1})			0,775*** (0,032)
Ln (población urbana)			-1,358 (1,010)
N.º observaciones	221	197	197

Nota: Errores estándar entre paréntesis. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,10.

Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión

El calentamiento global, el cambio climático y, en general, el deterioro de la calidad ambiental, han surgido como preocupaciones mundiales en las últimas décadas. Dentro de sus principales causas se encuentra el aumento de emisiones antropógenas de gases derivadas del crecimiento económico y demográfico. A su vez el comercio internacional es un potenciador del crecimiento económico. Debido a las largas distancias alrededor del mundo, el transporte internacional juega un rol fundamental sobre su funcionamiento. A menudo se argumenta que el aumento del comercio, y por ende, del transporte internacional, pueden tener efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Es por ello que el objetivo de este estudio fue analizar el papel de la apertura comercial y el transporte internacional sobre la degradación ambiental. En el análisis econométrico, se han utilizado modelos de ecuaciones simultáneas para probar la existencia de un vínculo causal entre dichas relaciones. Específicamente, se focalizó en 18 países de América Latina y el Caribe en el período 1995-2013. En base al nivel de ingreso de los países, se dividió el panel global en dos sub-paneles; panel de ingresos altos, y de medianos-altos ingresos. Los datos utilizados se obtuvieron de los Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial (WDI, 2015).

En el modelo 1 se encuentra que las emisiones de CO₂ son afectadas positiva y significativamente por la apertura comercial. Esto implica que un incremento del 1 % en la apertura comercial aumentaría las emisiones de CO₂ en 0,073 %. Dichos

resultados van en línea con los resultados de Le *et al.* (2016) en donde se examinó la relación entre apertura comercial y degradación ambiental en un panel de 98 países desde 1990 hasta 2013. El PIB per cápita y el uso de energía indican también una relación positiva y significativa. En este sentido, el aumento del 1 % en el PIB per cápita o el uso de energía incrementarían las emisiones de CO₂ en 0,499 % o 0,452 %, respectivamente. La relación encontrada entre estas variables podría ser explicada en función de diferentes mecanismos de transmisión a través de los cuales el comercio puede afectar el medio ambiente. En este sentido, Copeland y Taylor (2013) mencionan dos canales claves: el efecto escala y el efecto composición. El primero de ellos refiere al impacto del comercio sobre la actividad económica. Específicamente, el incremento de la apertura conduce a una mayor actividad económica, por ejemplo, mayor producción, empleo y consumo de bienes y servicios. Debido a que estas actividades implican costos ambientales, se puede intuir que el incremento de la actividad económica estimulado por la apertura comercial aumenta los niveles de contaminación. Por otro lado, el efecto composición expresa la influencia del comercio en la composición del producto entre los diferentes países. De modo que los países con regulaciones ambientales débiles, como la mayoría de los países en desarrollo, podrían especializarse en producir bienes contaminantes mientras que los países con políticas ambientales rigurosas producirían bienes limpios. En el modelo 2 se observa que el *stock* de capital y la población total impactan negativamente sobre la apertura comercial, mientras que la apertura comercial en el período anterior (t-1) se relaciona positivamente. Finalmente, en el modelo 3, se encuentran relaciones significativas para el *stock* de capital y el rezago del transporte internacional (t-1), en consecuencia, el aumento del 1 % del *stock* de capital incrementa el transporte internacional en un 0,315 %. Una relación similar (1% \approx 0,115 %) también se encuentra en Saidi y Hammami (2017). En tanto la apertura comercial y la población urbana disminuyen el uso del transporte internacional. Sin embargo, este último punto parece ser contra-intuitivo, ya que en general se esperaría que . Una potencial explicación a este resultado tiene que ver con el uso de datos sobre el transporte internacional aéreo en vez de otro medio de transporte más económico y de mayor utilización, debido a la limitación de información para los países analizados. En este contexto, es probable que el aumento de la apertura comercial genere un efecto compensación entre diferentes medios de transporte, y es por ello que el transporte internacional aéreo puede verse afectado negativamente.

Cuando se desagrega por nivel de ingreso, tanto para los países de altos ingresos como para los de medianos-altos ingresos se observa que en el modelo 1 el transporte internacional resulta significativo y la apertura comercial aumenta su significatividad. Esto indica en el caso del transporte, que un incremento del 1% en las toneladas transportadas por kilómetro aumenta en un 0,022 % en el caso de los países de altos ingresos y en un 0,014 % para los países de medianos-altos ingresos, las emisiones de CO₂. La apertura comercial, por su parte, tiene un efecto mayor para los países de altos ingresos (0,17 %) que para los demás (0,067 %). En el segundo modelo resultan significativos el crédito doméstico y la IED en el panel de países con altos ingresos, es así que un aumento del 1 % del crédito doméstico incrementa la apertura comercial

en 0,041 %; sin embargo, en el caso de la IED el aumento es relativamente pequeño. En tanto, en el modelo 3 para el panel de países con medianos-altos ingresos presenta significatividad el PIB per cápita; un movimiento del 1 % produce un incremento del 0,99 % en las toneladas transportadas por kilómetro.

En el Cuadro 5 se realizó el test de correlación serial (test de Arellano-Bond) y el test de sobre-identificación de restricciones (test de Sargan). En el caso del test de correlación serial la hipótesis nula refiere a autorrelación serial. Para este test se calcularon dos números de orden debido a que rechazar la hipótesis nula en los primeros errores diferenciados no implica una correlación serial. Los resultados indican que en el orden 1 solo puede rechazarse la hipótesis nula al 1 % en el modelo 3, mientras que en el orden 2 en ningún caso puede rechazarse la hipótesis nula al mismo nivel de significatividad estadística. En tanto en el test de sobre-identificación de restricción la hipótesis nula refiere a que las restricciones de sobre-identificación son válidas. En este caso, ninguna de las hipótesis nulas para los tres modelos se pueden rechazar al 1 %.

CUADRO 5

Test de correlación serial y sobreidentificación de restricciones

	Test de Arellano-Bond	Test de Sargan
Modelo 1		320,21**
Orden 1	-3,14**	
Orden 2	1,94*	
Modelo 2		283,65
Orden 1	-3,14**	
Orden 2	1,05	
Modelo 3		302,42**
Orden 1	-2,64***	
Orden 2	-1,44	

Nota: Errores estándar entre paréntesis. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,10.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, es importante mencionar que este trabajo tiene dos limitaciones considerables. Una de ellas se encuentra al trabajar con la medida de apertura comercial, y consiste en que esta solo captura el peso de las exportaciones e importaciones de un determinado país sobre su PIB. En consecuencia, no puede diferenciarse si el impacto de una determinada variable produce un aumento/disminución sobre las importaciones, las exportaciones, o ambas. La segunda limitación refiere al uso del transporte internacional aéreo. En este sentido, esta medida no permite capturar el efecto sobre las demás modalidades de transporte. Por ejemplo, en este caso puede traer un problema en la estimación del coeficiente de apertura comercial sobre el transporte internacio-

nal. Siendo este coeficiente negativo, se puede considerar que podría haber un *trade-off* entre el transporte aéreo hacia un medio de transporte más económico.

En conclusión, tanto el aumento de la apertura comercial como el uso del transporte aéreo incrementan las emisiones de CO₂. Esto a su vez proporciona evidencia empírica sobre los dos posibles mecanismos de transmisión del efecto del comercio sobre el medio ambiente, como son el efecto escala y el efecto composición mencionados por Copeland y Taylor (2013). En función de ello es recomendable que los países que se enfrentan a los efectos perjudiciales del comercio sobre la calidad del medio ambiente comiencen a implementar políticas públicas que reduzcan las emisiones de CO₂ integradas en los bienes importados y producidos a nivel interno. Tales medidas podrían incluir el uso de incentivos sobre los importadores y productores para substituir los bienes asociados con altos niveles de emisiones contaminantes por productos libres de CO₂. Otras estrategias útiles como los impuestos globales al carbono sobre las emisiones de derivadas del transporte de bienes pueden ayudar a reducir el daño ambiental. Sin embargo, el diseño de políticas ambientales dirigidas a reducir los efectos adversos del comercio internacional requiere de coordinación y cooperación entre los socios comerciales, es por ello que implementar políticas ambientales resulta una ardua tarea. No obstante, la creación de acuerdos comerciales regionales puede ser una buena medida para disminuir las discrepancias entre los objetivos comerciales de cada país y los efectos del comercio sobre el medio ambiente.

Referencias

- Agencia Internacional de la Energía. (2009). *World energy statistics*. Obtenido de <https://www.iea.org/statistics>.
- ARUP. (2015). *Future of rail 2050*. Obtenido de <https://www.arup.com/publications/research/section/future-of-rail-2050>.
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations". *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297. <https://doi.org/10.2307/2297968>.
- Baek, J., Cho, Y. & Koo, W.W. (2009). "The environmental consequences of globalization: A country-specific time-series analysis". *Ecological Economics*, 68(8), 2255-2264. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.021>.
- Banister, D. & Stead, D. (2002). "Reducing transport intensity". *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2(3/4), 161-178. Obtenido de http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2002_03-04/pdf/2002_03-04_01.pdf.
- Borhan, H., Ahmed, E.M. & Hitam, M. (2012). "The impact of CO₂ on economic growth in ASEAN 8". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 389-397. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.103>.
- Chandran, V.G.R. & Tang, C.F. (2013). "The impacts of transport energy consumption, foreign direct investment and income on CO₂ emissions in ASEAN-5 economies". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 445-453. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.054>.

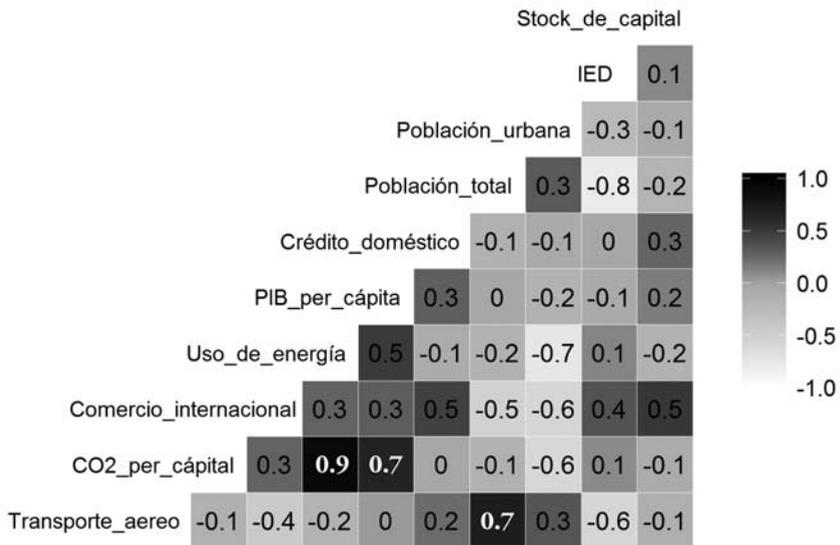
- Charfeddine, L. & Khediri, K. Ben. (2016). "Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322-1335. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.059>.
- Chi, J. & Baek, J. (2013). "Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look". *Transport Policy*, 29, 257-260. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.03.005>.
- Chintrakarn, P. & Millimet, D.L. (2006). "The environmental consequences of trade: Evidence from subnational trade flows". *Journal of Environmental Economics and Management*, 52(1), 430-453. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2006.03.001>.
- Copeland, B.R. & Taylor, M.S. (1994). "North-South trade and the environment". *The Quarterly Journal of Economics*, 109(3), 755-787. <https://doi.org/10.2307/2118421>.
- Copeland, B.R. & Taylor, M.S. (2001). *International trade and the environment: A framework for analysis*. NBER Working Paper, 8540. Obtenido de <http://www.nber.org/papers/w8540>.
- Copeland, B.R. & Taylor, M.S. (2013). *Trade and the Environment: Theory and Evidence*. New Jersey: Princeton University Press.
- Dean, J.M. (2002). "Does trade liberalization harm the environment? A new test". *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économie*, 35(4), 819-842. <https://doi.org/10.1111/0008-4085.00155>.
- Frankel, J.A. & Rose, A.K. (2005). "Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality". *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91. <https://doi.org/10.1162/0034653053327577>.
- Fulton, L., Cazzola, P., Cuenot, F., Kojima, K., Onoda, T., Staub, J. & Taylor, M. (2009). "Transport, energy and CO₂: Moving toward sustainability". In *3rd International Taxi Forum 9 October*. Obtenido de <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/transport2009.pdf>.
- Gleave, S.D. & Eder, P. (2003). "Freight transport intensity of production and consumption". *Report EUR, 20864*. Sevilla: IPTS. Obtenido de http://www.stoa.europarl.europa.eu/stoa/webdav/shared/3_activities/transport/general/ipts_freight_en.pdf.
- Kellenberg, D.K. (2008). "A reexamination of the role of income for the trade and environment debate". *Ecological Economics*, 68(1), 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.02.007>.
- Kuznets, S. (1955). "Economic growth and income inequality". *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/1811581>.
- Le, T.-H., Chang, Y. & Park, D. (2016). "Trade openness and environmental quality: International evidence". *Energy Policy*, (92), 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.030>.

- Lee, J.W. (2013). "The contribution of foreign direct investment to clean energy use, carbon emissions and economic growth". *Energy Policy*, 55, 483-489. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.039>.
- Léonardi, J. & Baumgartner, M. (2004). "CO₂ efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(6), 451-464. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2004.08.004>.
- Lotfalipour, M.R., Falahi, M.A. & Ashena, M. (2010). "Economic growth, CO₂ emissions, and fossil fuels consumption in Iran". *Energy*, 35(12), 5115-5120. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.08.004>.
- Lucas, R.E.B., Wheeler, D. & Hettige, H. (1993). *Economic Development, Environmental Regulation, and the International Migration of Toxic Industrial Pollution, 1960-88*. Policy Research Working Paper 1062. World Bank Publications. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/673921468765926548/pdf/multi-page.pdf>.
- Marazzo, M., Scherre, R. & Fernandes, E. (2010). "Air transport demand and economic growth in Brazil: A time series analysis". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(2), 261-269. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2009.08.008>.
- Meersman, H. & de Voorde, E. (2013). "The relationship between economic activity and freight transport". In Ben-Akiva, M., Meersman, H. & Van de Voorde, E. (Eds.): *Freight Transport Modelling* (pp. 15-43). Emerald Group Publishing Limited.
- Menyah, K. & Wolde-Rufael, Y. (2010). "Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa". *Energy Economics*, 32(6), 1374-1382. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.002>.
- OCDE. (2011). *Moving Freight with Better Trucks: Improving Safety, Productivity and Sustainability*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789282102961-en>.
- Omri, A., Daly, S., Rault, C. & Chaibi, A. (2015). "Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries". *Energy Economics*, 48, 242-252. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.008>.
- Omri, A. & Kahouli, B. (2014). "Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment and economic growth: Fresh evidence from dynamic simultaneous-equations models". *Energy Policy*, 67, 913-922. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.067>.
- Saboori, B., Sulaiman, J. & Mohd, S. (2012). "Economic growth and CO₂ emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the environmental Kuznets curve". *Energy Policy*, 51, 184-191. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.065>.
- Saidi, S. & Hammami, S. (2017). "Modeling the causal linkages between transport, economic growth and environmental degradation for 75 countries". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 53, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.031>.

- Schäfer, A. (2005). "Structural change in energy use". *Energy Policy*, 33(4), 429-437. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.09.002>.
- Schipper, L., Scholl, L. & Price, L. (1997). "Energy use and carbon emissions from freight in 10 industrialized countries: An analysis of trends from 1973 to 1992". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(1), 57-76. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(96\)00014-4](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(96)00014-4).
- Shahbaz, M. & Feridun, M. (2012). "Electricity consumption and economic growth empirical evidence from Pakistan". *Quality & Quantity*, 46(5), 1583-1599. <https://doi.org/10.1007/s11135-011-9468-3>.
- Shahbaz, M., Khraief, N. & Jemaa, M.M. Ben. (2015). "On the causal nexus of road transport CO₂ emissions and macroeconomic variables in Tunisia: Evidence from combined cointegration tests". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.014>.
- Sorrell, S., Lehtonen, M., Stapleton, L., Pujol, J. & Champion, T. (2009). "Decomposing road freight energy use in the United Kingdom". *Energy Policy*, 37(8), 3115-3129. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.04.004>.
- Steenhof, P., Woudsma, C. & Sparling, E. (2006). "Greenhouse gas emissions and the surface transport of freight in Canada". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 11(5), 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2006.07.003>.
- Sturm, D.M. (2003). "Trade and the Environment: A Survey of the Literature". In Marsiliani, L., Rauscher, M. & Withagen, C. (Eds.): *Environmental policy in an international perspective* (pp. 119-149). Springer.
- Tanczos, K. & Torok, A. (2007). "The linkage between climate change and energy consumption of Hungary in the road transportation sector". *Transport*, 22(2), 134-138. <https://doi.org/10.1080/16484142.2007.9638112>.
- Tongwane, M., Piketh, S., Stevens, L. & Ramotubei, T. (2015). "Greenhouse gas emissions from road transport in South Africa and Lesotho between 2000 and 2009". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 37, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.02.017>.
- UNDP. (2012). *Greenhouse gas emissions in Tunisia in 2012*. Obtenido de www.tn.undp.org.
- WDI. (2015). *EconStats*. Obtenido de http://www.econstats.com/wdi/wdic_MNA.htm.
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M. & Bhattarai, M. (2002). "The environmental Kuznets curve". *A Primer, PERC Research Study*, 1-2. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/ca8e/b9a0e139b1a52161971f3dd5ddf922cb75e9.pdf>.
- Yao, V.W. (2005). "The causal linkages between freight and economic fluctuations". *International Journal of Transport Economics/Rivista Internazionale Di Economia Dei Trasporti*, 143-159. Obtenido de <https://trid.trb.org/view/760520>.

Anexo

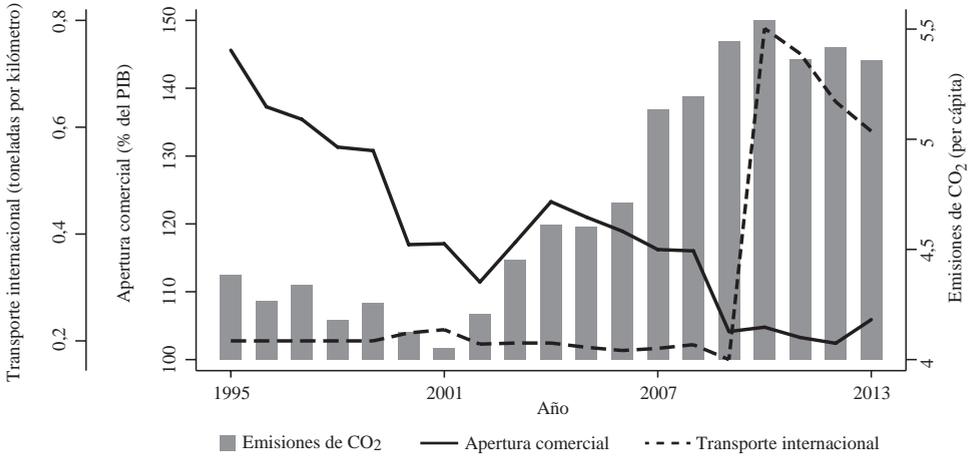
GRÁFICO 1
Correlograma



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 2

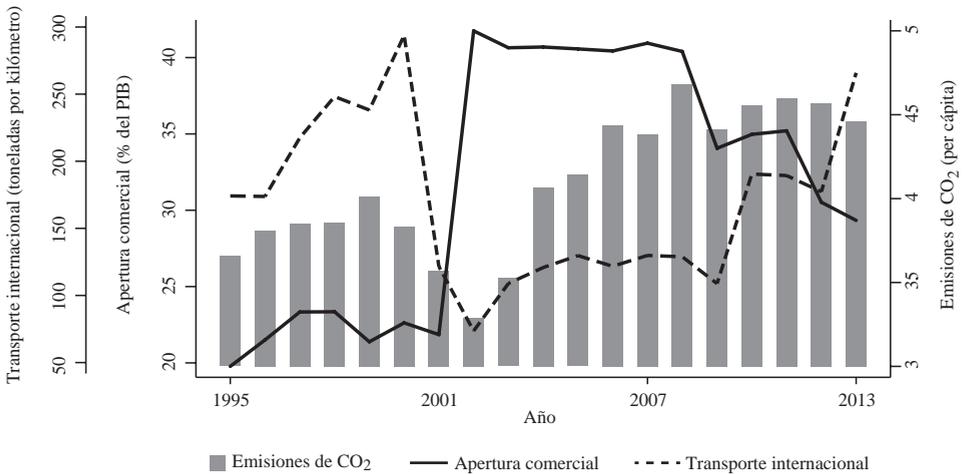
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Antigua y Barbuda (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 3

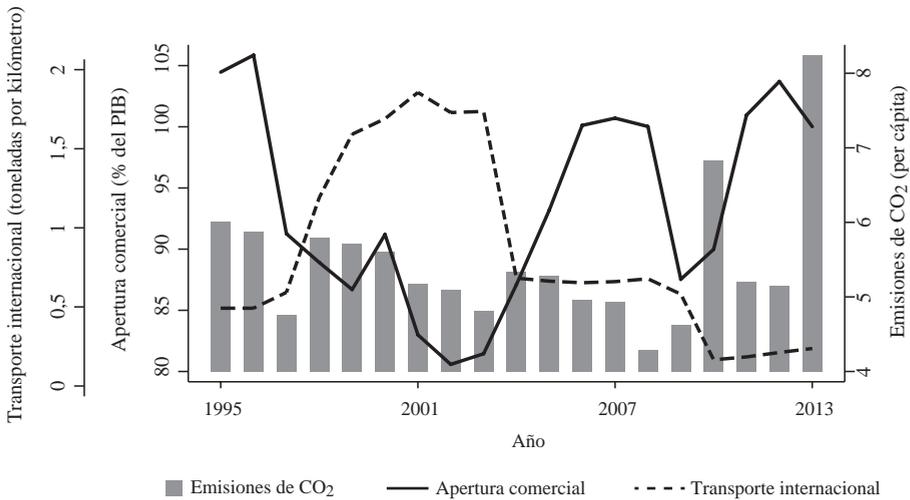
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Argentina (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 4

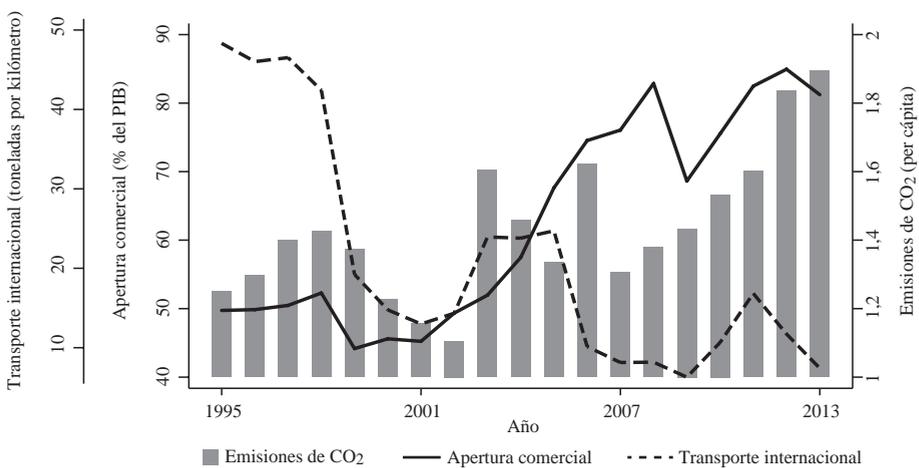
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Bahamas (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 5

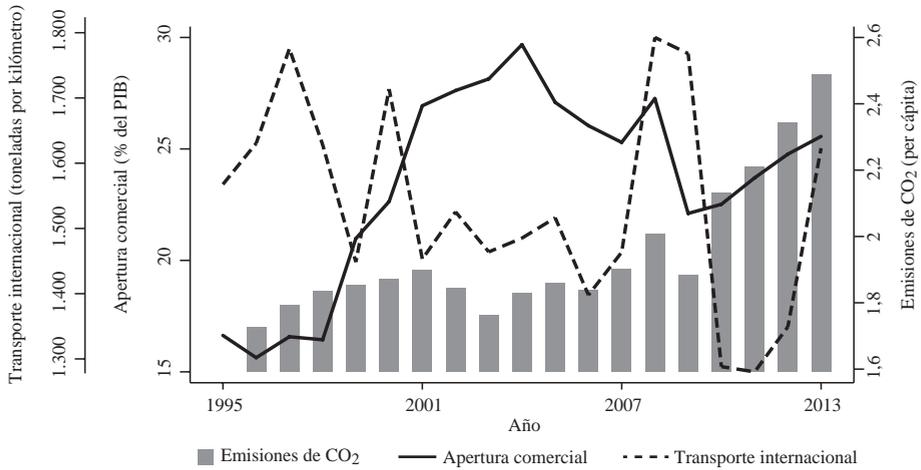
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Bolivia (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 6

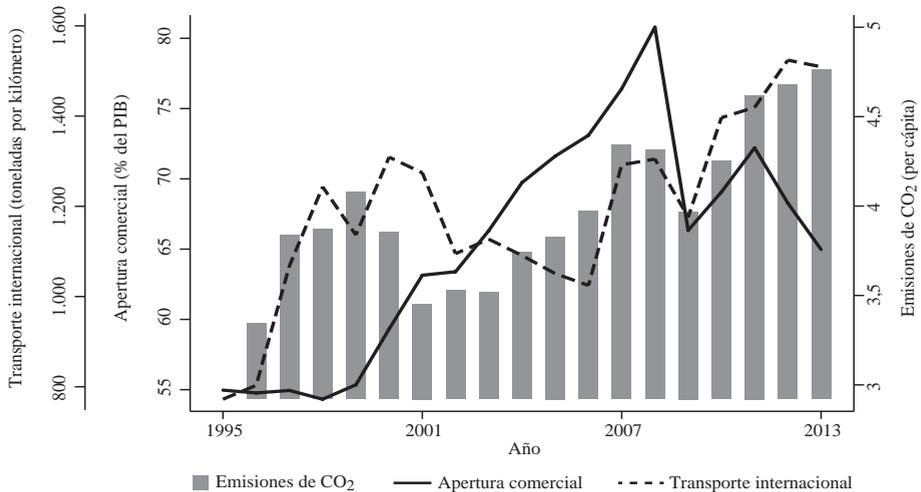
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Bolivia (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 7

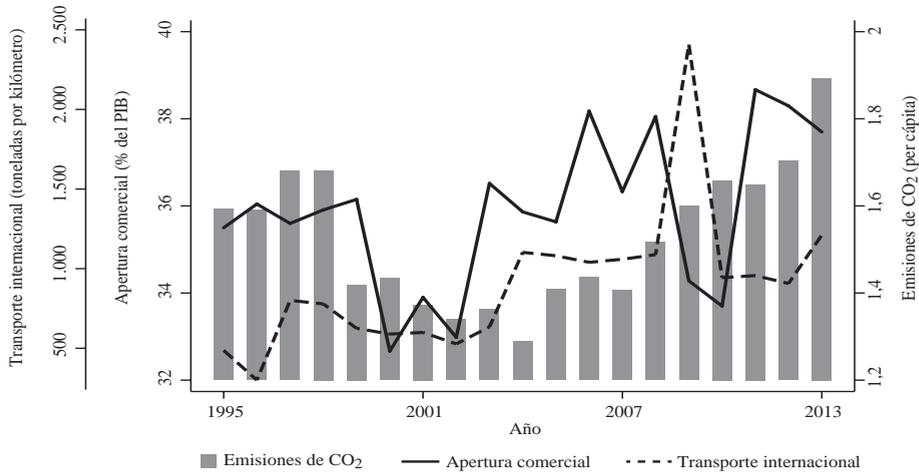
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Chile (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 8

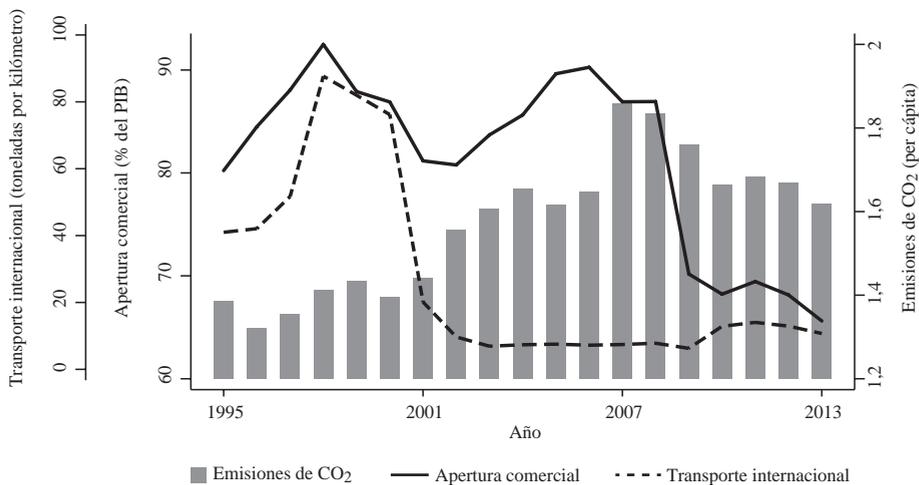
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Colombia (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 9

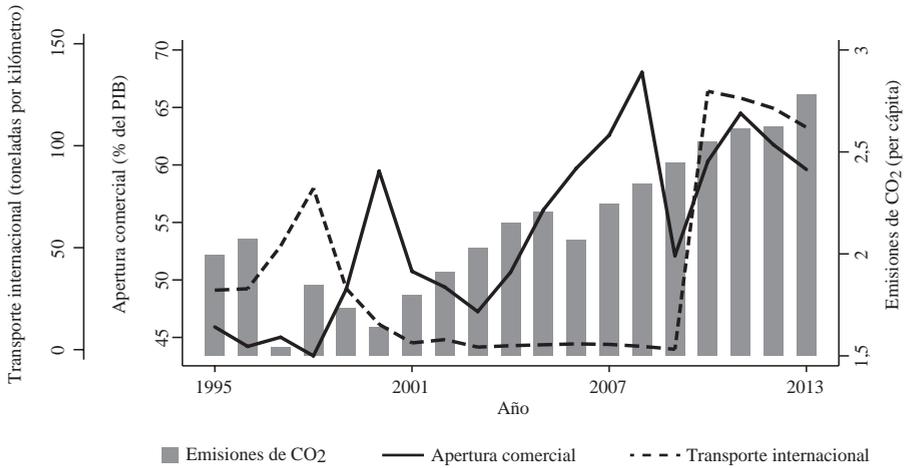
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Costa Rica (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 10

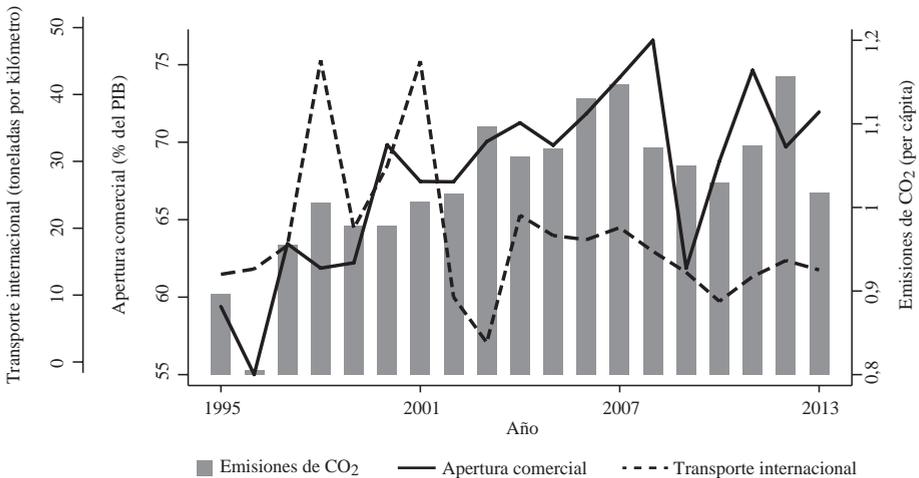
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Ecuador (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 11

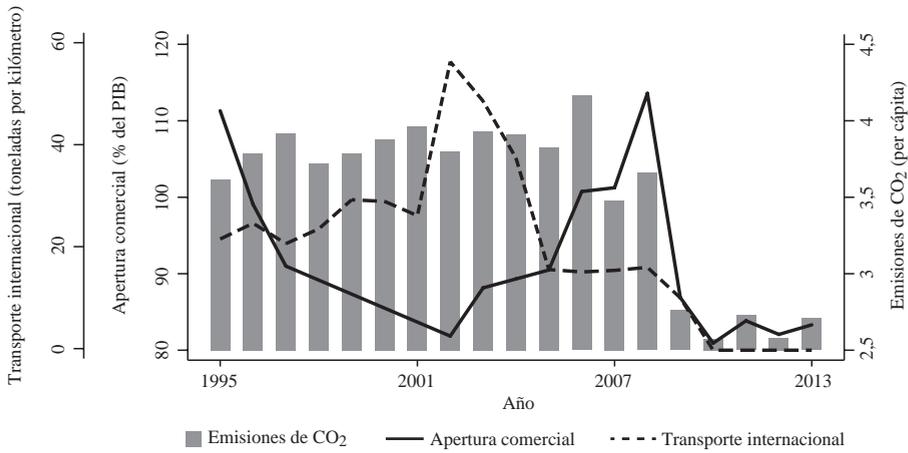
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para El Salvador (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 12

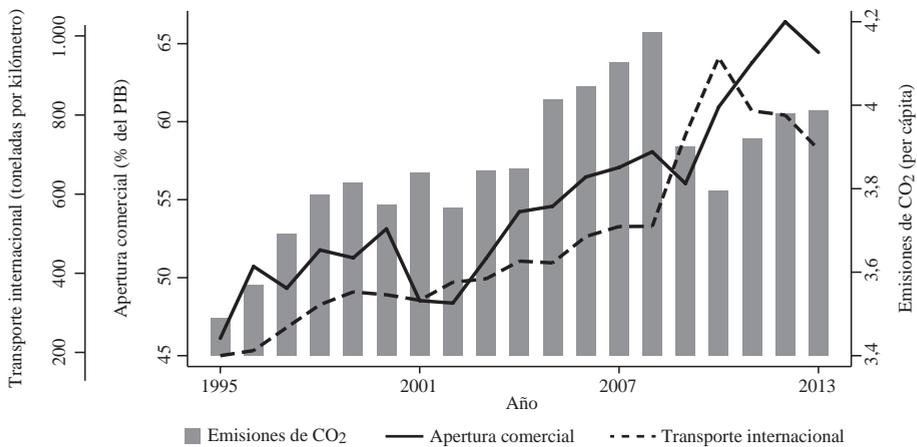
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Jamaica (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 13

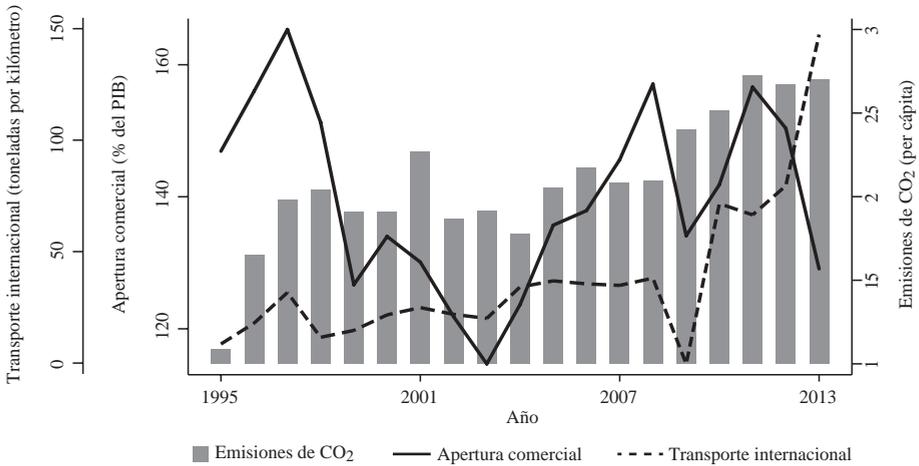
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para México (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 14

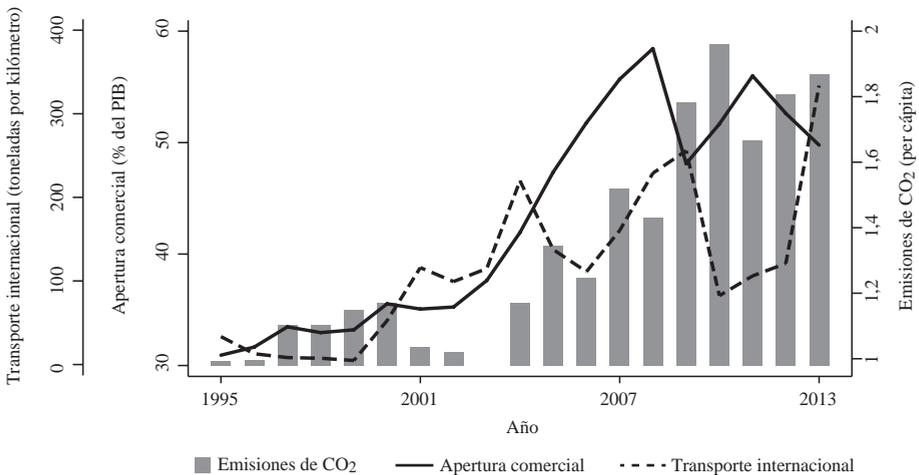
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Panamá (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 15

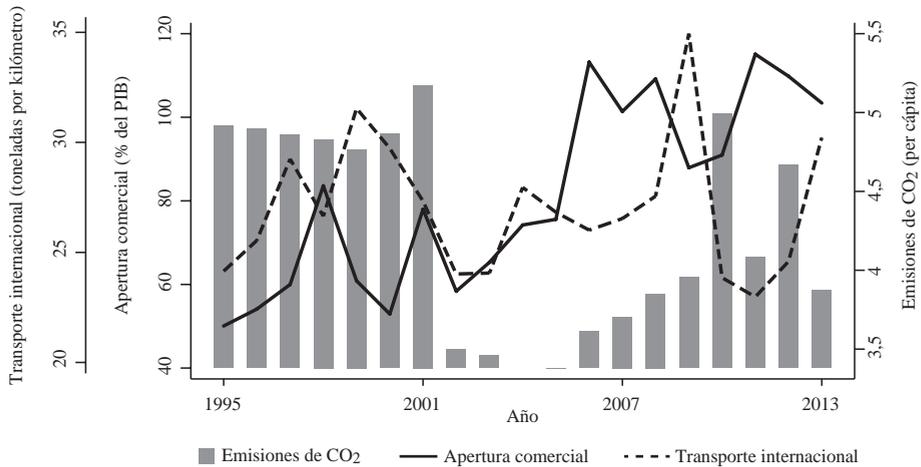
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Perú (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 16

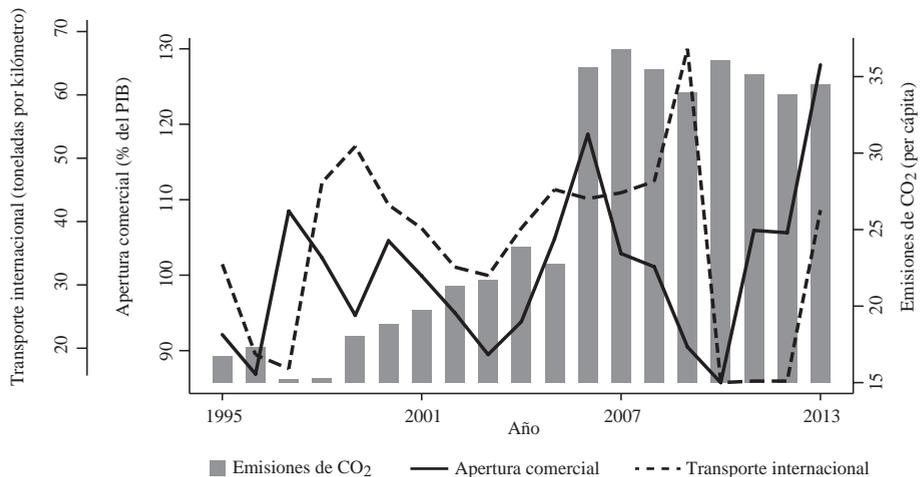
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Suriname (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 17

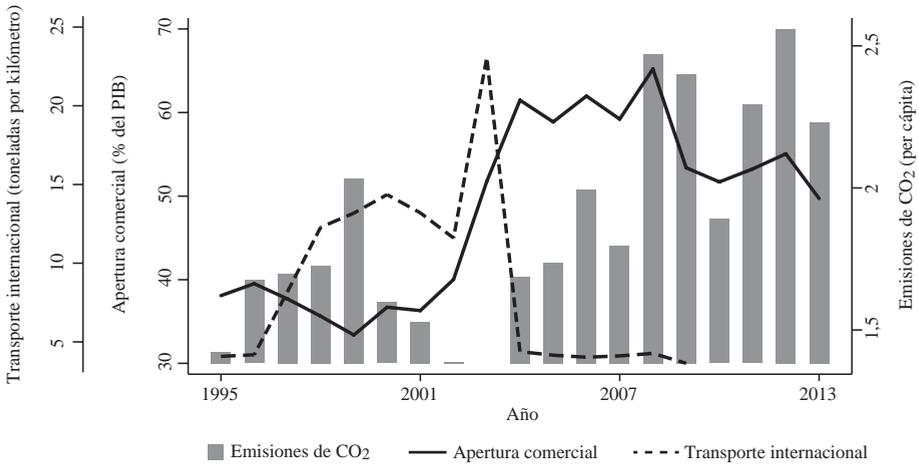
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Trinidad y Tobago (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 18

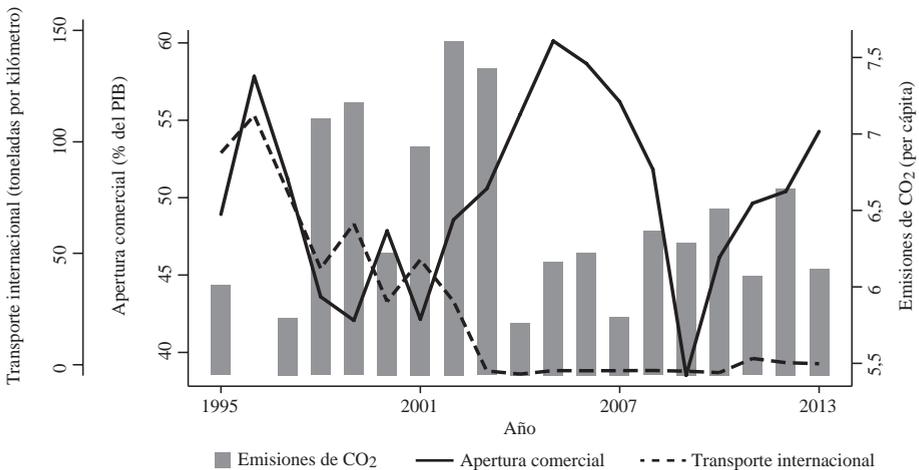
Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Uruguay (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).

GRÁFICO 19

Tendencia de evolución de la apertura comercial, transporte internacional y emisiones de CO₂ para Venezuela (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a WDI (2015).