



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Las relaciones de la IED, el crecimiento económico y las emisiones de Co<sub>2</sub>:  
Un análisis con datos panel dinámico.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**Maestro en Economía**

PRESENTA:

**Edson Emmanuel Olvera Luna**

TUTOR:

Dr. Armando Sánchez Vargas  
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dra. Isalia Nava Bolaños  
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Dr. Saúl Basurto Hernández  
Facultad de Economía, UNAM

Dr. David Bonilla Vargas  
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Mtro. Uberto Salgado Nieto  
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Marzo de 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

A mi tutor, el Dr. Armando Sánchez Vargas, por su guía, conocimientos, paciencia y consejo.

A los miembros de mi jurado, Dra. Isalia Nava Bolaños, Dr. Saúl Basurto Hernández, Dr. David Bonilla Vargas, Mtro. Uberto Salgado Nieto, por sus apreciables comentarios para la conclusión de esta tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por su apoyo a través del Programa de Becas Nacionales para el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

A mis padres, mi madre Eloísa Luna Romo, por su incansable apoyo, cariño y sacrificios; a la memoria de mi padre Edmundo Olvera Villanueva<sup>†</sup>, quien me vio iniciar este proyecto de vida pero no concluirlo.

## **Abstract**

Esta investigación tiene el objetivo de explorar el efecto que existe entre las emisiones de  $\text{CO}_2$ , la inversión extranjera directa (IED) y el crecimiento económico, estudiar las relaciones de endogeneidad existentes entre estas variables, además de contrastar los impactos entre ellas para los países desarrollados (grupo 1) y en desarrollo (grupo 2). Los dos grupos de economías que conforman la muestra de los 102 países fueron organizados de acuerdo con el nivel de ingresos que reporta el Banco Mundial para el año de 2019. El periodo de estudio abarcó de 2005 a 2014. Para esto se aplicó un panel de datos dinámico, tomando como referencia una función de producción Cobb-Douglas con una perspectiva más apegada a la economía ambiental. Los resultados indican que, para el panel del grupo 1, existe una relación positiva y significativa que va de la variable PIB per cápita hacia las emisiones de  $\text{CO}_2$  y además existe un impacto negativo de las emisiones de  $\text{CO}_2$  hacia el PIB per cápita. Asimismo, existe un impacto positivo y significativo del PIB per cápita hacia la IED. Por último una relación unidireccional que va de las emisiones de  $\text{CO}_2$  a la IED. En cuanto al grupo 2, solamente se pudo obtener dos relaciones. Por un lado, las emisiones tienen un impacto negativo en la productividad y la otra relación obtenida en el modelo, indica que el crecimiento incentiva la inversión. Además no se obtuvo ningún tipo de relación entre las emisiones de  $\text{CO}_2$  y la inversión.

## **Índice**

Introducción

**I** Las relaciones entre emisiones de  $\text{CO}_2$ , IED y crecimiento económico.

**II** Metodología y datos.

**III** Modelo y resultados.

**IV** Conclusiones.

Anexos.

Referencias.

## Introducción

Actualmente las economías se encuentran en el tablero de un juego de estrategia en donde se valen de movimientos cada vez más arriesgados para sobrevivir aunque eso signifique sacrificar algunas de sus piezas más fuertes. En otras palabras, en una economía mundial tan competitiva, conectada y globalizada, los países deben buscar estrategias para alcanzar un crecimiento que les permita permanecer en el radar económico, aun comprometiendo sus recursos naturales y medio ambiente.

La relación entre crecimiento, inversión y medio ambiente ha tenido un interés especial dentro de la ciencia económica en las últimas décadas. Pues el crecimiento económico y la inversión extranjera directa son los factores más importantes que contribuyen a la degradación ambiental de cualquier país, **Abdouli & Hammami (2017a)**. La economía se ha enfocado en el estudio de estos dos factores así como en sus implicaciones e impacto en los recursos naturales, es por esto que, surge una rama de la economía conocida como economía ambiental y/o de los recursos naturales, cuyo objetivo es encontrar un equilibrio entre la tríada: eficiencia, optimización y sostenibilidad.

El crecimiento económico a expensas de la degradación del medio ambiente sirvió de inspiración a los economistas **Grossman & Krueger (1991)**, que adaptaron la Curva de **Kuznets (1955)** - relación en forma de U invertida entre desarrollo económico y la desigualdad de la distribución del ingreso - a la economía ambiental, denominándose como la Curva de Kuznets Ambiental (**CKA**). La CKA relaciona el nivel de ingreso per cápita y el deterioro de la calidad del medio ambiente.

De acuerdo con el informe sobre el crecimiento del **Banco Mundial (2008)**, la economía global ha tenido una expansión significativa en los dos últimos siglos y una subida extraordinaria en el crecimiento mundial desde la segunda mitad del siglo XX<sup>1</sup>. Esto ha creado nuevos desafíos; en primer lugar, la divergencia en los ingresos al interior de los países como entre ellos. Por ejemplo, de los 6 mil millones de habitantes del planeta, que se reportan en dicho informe, alrededor de un 65% vive en economías de altos ingresos o alto crecimiento. Los restantes 2 mil millones de habitantes viven en países con ingresos estancados. Además, se proyecta que la población mundial aumente en 3 mil millones para 2050 y 2 mil millones de esta población adicional vivirán

---

<sup>1</sup> En la gráfica del anexo 1, se puede apreciar la evolución del PIB mundial y el PIB per cápita en los últimos dos mil años, notándose un pronunciamiento exponencial en la tendencia a partir de la segunda mitad del siglo XX.

en países con poco o nulo crecimiento. Por su lado, la ONU en su informe **Perspectivas de la población mundial (2019)**, estima que la población mundial llegará a 9.700 millones en 2050, pudiendo rebasar los 11 mil millones para 2100.<sup>2</sup>

El segundo desafío, que se incluye en dicho informe, es de cuestión ambiental. Lo anterior, como reflejo del crecimiento apresurado del PIB mundial que ha ejercido una nueva presión sobre la ecología y el clima del planeta. Además, para cubrir las necesidades y los requerimientos de la actividad económica se sobreexplotan las capacidades de regeneración de la tierra. Esto trae como consecuencia, combinado con los procesos de producción, el aumento de la temperatura del planeta -alrededor 1°C desde los tiempos preindustriales- debido al incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (**GEI**), especialmente de Co<sub>2</sub>. De acuerdo con **Ritchie & Roser (2020)** la revolución industrial y la quema de combustibles fósiles han influenciado el rápido aumento en las concentraciones globales de Co<sub>2</sub>, en los últimos siglos pero sobretodo en las últimas décadas.

En concreto, las emisiones globales aumentaron de 2 mil millones de toneladas de Co<sub>2</sub> en 1900 a más de 36 mil millones de toneladas en 2015. Además, de acuerdo con los datos del **Global Carbon Budget (2019)** de **Friedlingstein et al. (2019)** para la década actual pronosticaron un aumento en las emisiones de Co<sub>2</sub> de 2.7% y 0.6% en 2018 y 2019, respectivamente. Esto da cuenta de la tendencia en la generación de más emisiones y por tanto en la intensificación de la temperatura del planeta. Además, se puntualiza que entre 1990 y 2016 la emisión de GEI en países desarrollados han disminuido un 13% de acuerdo con **UNFCCC (2018)**.

Es por esto que en los últimos años ha incrementado la preocupación por limitar la capacidad de las actividades antropogénicas. De acuerdo con **Petrović-Randelović et al. (2020)** actualmente la degradación del medio ambiente es un problema global que puede amenazar el bienestar. Por lo que conocer la relación entre la calidad del medio ambiente y el crecimiento económico hace posible que los creadores de políticas comprendan su interacción y propongan alternativas más amigables con el medio ambiente. Esto, ha impulsado un pensamiento más amable con el medio ambiente y la idea de alcanzar un equilibrio entre el crecimiento y medio ambiente. Es decir, un crecimiento con un impacto antropogénico limitado que no comprometa la capacidad de producción en un futuro (**Perman et al., 2006**).

La inversión es una de las herramientas que los países generalmente, independientemente de su grado de desarrollo, incorporan dentro de su marco estratégico para estimular el crecimiento,

---

<sup>2</sup> [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_PressRelease\\_ES.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf) consultado el 03/07/2020.

sin embargo, dentro de una parte de la literatura existe una división del impacto que la inversión extranjera directa (**IED**) puede tener en los países receptores. Por un lado, la IED puede tener un impacto positivo debido a *spillovers* como la transferencia de tecnología limpia amigable con el medio ambiente o en los esfuerzos de desarrollo del país anfitrión, lo que se denomina como la **hipótesis del efecto halo**. Por el otro lado, la IED puede tener implicaciones desfavorables con el medio ambiente, lo que se ha denominado como la **hipótesis del paraíso contaminador**. Esto es, que los países desarrollados transfieren sus industrias intensivas en contaminación a los menos desarrollados debido a que la regulación ambiental es menos estricta.

Con estos antecedentes, se puede observar que existen distintas posturas frente al crecimiento económico a través de la variable de IED con repercusiones o no en el medio ambiente y en el mismo desarrollo de las economías, por lo que esta investigación tratará de combinar las relaciones de endogeneidad existentes entre las emisiones de  $CO_2$ , la IED y el crecimiento económico. Además de contrastar los impactos en los dos grupos de economías – en desarrollo y desarrolladas- que conforman la muestra de los 102 países para el periodo de 2005 a 2014. El grupo 1 hace referencia a las economías desarrolladas y el grupo 2 a las economías en desarrollo.

Para lo anterior, se aplica un modelo de datos panel dinámico y la metodología de primeras diferencias y sistema GMM de **Arellano & Bond (1991)**, aplicando el comando **xtabond2** de **Roodman (2009)**. De acuerdo con **Labra & Torrecillas (2014)** el comando **xtabond2** a diferencia del comando **xtabond**, que solo que solo estima con instrumentos en diferencias, emplea instrumentos en diferencias y niveles lo que incrementa el tamaño de la matriz y el número de instrumentos por cada variable. Además, los autores mencionan que el comando **xtabond** es más recomendable para muestras de tiempo grande, mientras que el **xtabond2** funciona mejor para muestras de tiempo pequeñas, como es el caso de esta investigación. Asimismo, **xtabond2** no requiere de post estimaciones para conocer los estadísticos para probar la sobreidentificación (pruebas de Sargan y Hansen) y para probar autocorrelación (prueba de Arellano y Bond).

Dentro de los resultados, por un lado se encontró que para el grupo 1 existe un impacto bidireccional entre las variables del PIB per cápita y las emisiones de  $CO_2$ , que es negativa y positiva; una relación en ambos sentidos entre PIB per cápita y la IED; y una relación unidireccional que va de las emisiones de  $CO_2$  a la IED. Por otro lado, para el grupo 2 solamente se obtuvo una relación unidireccional para las ecuaciones del PIB per cápita y de la IED. Esto

es, las emisiones de  $\text{Co}_2$  tienen un impacto negativo en el crecimiento económico y el PIB per cápita incentiva la inversión.

Esta investigación se encuentra estructurada de la siguiente manera, en la primera sección se presentan las relaciones entre las emisiones de  $\text{Co}_2$ , el crecimiento económico y la inversión extranjera directa con las teorías e hipótesis retomadas de la bibliografía. Para la segunda sección, se detalla la metodología de **Arellano & Bond (1991)**. En la tercera sección se da cuenta de los resultados de la metodología aplicada y el análisis de los resultados. Finalmente en la cuarta sección, se encuentran las conclusiones de este trabajo.

## **1. Las relaciones entre emisiones de Co<sub>2</sub>, crecimiento económico y la inversión extranjera directa.**

Actualmente las economías simulan estar en el tablero de un juego de estrategias en donde se valen de movimientos cada vez más audaces para permanecer en la partida, aunque eso signifique sacrificar algunas de sus piezas más fuertes. Es decir, en una economía mundial competitiva, conectada y globalizada, los países deben de buscar tácticas para alcanzar un crecimiento que les permita aparecer en el radar económico y formar parte de las cadenas globales de valor, incluso comprometiendo sus recursos naturales y su medio ambiente.

En esta sección se sentará, en primer lugar, los antecedentes de esta investigación con base en el trabajo pionero de **Grossman & Krueger (1991)** y **Grossman & Krueger (1995)**, y posteriormente se realizará la revisión de la literatura teniendo en cuenta las diversas interacciones de las tres principales variables consideradas. Las variables son: emisiones de Co<sub>2</sub>, inversión extranjera directa (IED) y crecimiento económico.

### **1.1 El origen de la relación crecimiento y emisiones Co<sub>2</sub>**

El argumento principal responsable del interés de esta investigación es el planteado por **Grossman & Krueger (1991)** en su trabajo titulado “*Environmental impacts of a North America Free Trade Agreement*”. Investigación pionera, como se verá más adelante, en el marco de la economía del medio ambiente debido a su relevancia en el estudio de la liberación comercial y su impacto en la calidad del aire y crecimiento económico para el tratado de libre comercio entre Estados Unidos, Canadá y México.

Dichos autores tomaron como punto de partida uno de los trabajos más representativos de **Kuznets (1955)**, *Economic Growth and Income Inequality*, donde de manera empírica relaciona el desarrollo económico y la desigualdad de la distribución del ingreso. Como producto de su trabajo, ésta curva en forma de U invertida sentaría las bases de lo que se conocería como la curva de Kuznets que posteriormente fue adaptada por **Grossman & Krueger (1991)** para ser denominada por **Panayotou (1994)** por primera vez como la curva de Kuznets ambiental, a partir de ahora **(CKA)**.

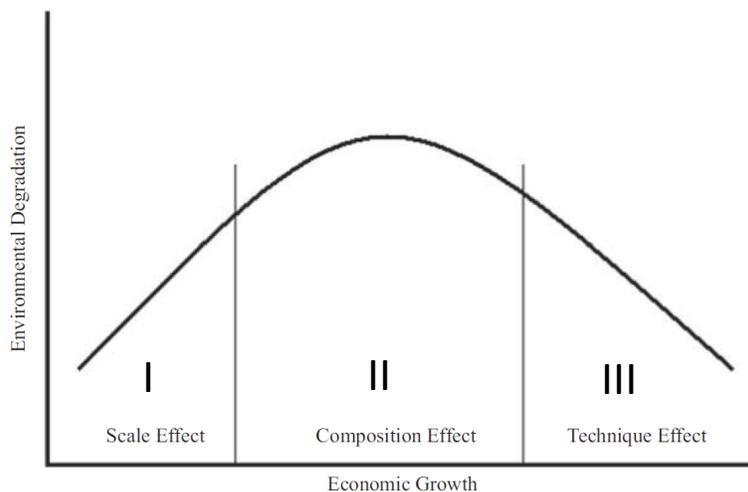
**Dinda (2004)** puntualiza que el trabajo **Grossman & Krueger (1991)** forma parte de un conjunto de tres estudios que han estudiado de manera empírica esta relación; los otros son el Informe de Desarrollo Mundial de 1992 del Banco Mundial **Shafik & Bandyopadhyay (1992)** y un

documento de debate sobre el desarrollo como parte de un estudio para la Organización Internacional del Trabajo **Panayotou (1994)**.

### 1.1.1. La CKA y los efectos que explican su pendiente

La CKA es un reflejo de la curva de Kuznets, sin embargo a diferencia de la primera, ésta última relaciona el crecimiento económico a través de la variable del nivel de ingreso per cápita y el deterioro de la calidad del medio ambiente. **Dinda (2004)** puntualiza que, la CKA se representa como una función donde la degradación ambiental inicialmente incrementa con el nivel de crecimiento económico que llega a un punto máximo en la parábola para posteriormente decrecer, a partir de este punto la calidad ambiental mejora con el aumento del nivel de ingreso per cápita.

**Figura 1**



Fuente: Shahbaz, M. and Sinha, A. (2019), "Environmental Kuznets curve for Co<sub>2</sub> emissions: a literature survey", *Journal of Economic Studies*, Vol. 46 No. 1, pp. 106-168. <https://doi.org/10.1108/JES-09-2017-0249>

En su trabajo **Grossman & Krueger (1991)** plantean la existencia de un conjunto de efectos que explican la pendiente de la CKA. Estos efectos son escala, composición y técnica o tecnología, como se pueden apreciar respectivamente en la **figura 1** como (I), (II) y (III).

El primero de estos efectos **(I)**, es el efecto escala, que señala la relación directa que existe entre la actividad económica y la emisión de contaminantes. Este efecto surge del crecimiento económico, dado que el aumento de la producción requiere más insumos y, por lo tanto, se

utilizan más recursos naturales en el proceso de producción, asimismo más producción también implica más desechos y emisiones como subproducto, lo que también contribuye a disminuir la calidad del medio ambiente (**Dinda, 2004**). En otras palabras, un aumento en la actividad económica desencadenará un mayor deterioro en el medio ambiente. Este efecto se ilustra en la primera sección (**I**) de la **figura 1**, la cual presenta una relación positiva entre la producción y la contaminación. El efecto escala inicialmente es perjudicial para el medio ambiente (**Perman et al., 2006**).

La segunda sección (**II**) de la **figura 1**, ilustra el efecto composición, el cual **Grossman & Krueger (1991)** lo definen como aquel que resulta de cualquier cambio en la política comercial de las economías. Cuando se libera el comercio, los países se especializan en mayor medida en los sectores en los que disfrutaban de una ventaja competitiva.

Los autores diferencian el origen de esta ventaja competitiva de las economías; por un lado, si ésta deriva de las diferencias en la regulación ambiental, entonces el efecto de composición tendrá un impacto negativo en el medio ambiente dado que cada país tenderá a especializarse más en aquellas actividades que su gobierno no regule rigurosamente y abandonando aquellas con costos de abatimiento de contaminación altos. Por otro lado, si las fuentes de la ventaja son relativas a la abundancia de factores y/o a la tecnología, entonces las implicaciones del efecto de composición son ambiguas. Esto dado que cada país transferirá recursos a los sectores que hacen un uso intensivo de sus abundantes factores.

Gráficamente este efecto es señalado en la **figura 1** con la etiqueta (**II**) y se puede observar que alcanza un máximo donde comienza a cambiar la pendiente y a descender. En este punto, de acuerdo con **Perman et al. (2006)**, en la medida en que la liberalización comercial aumente los niveles de ingreso per cápita, los ciudadanos exigirán una mayor calidad ambiental y asumiendo que el gobierno responde a tales demandas, endurecerá las regulaciones ambientales. Esto es, asignará menos recursos ambientales a la producción, lo que obligará a los productores a adoptar diferentes técnicas más amigables con el medio ambiente. Esto último ya forma parte del efecto tecnología (**III**). **Dinda (2004)** puntualiza que a medida que los ingresos van más allá del punto de inflexión de CKA, se supone que comienza la transición para mejorar la calidad ambiental.

Por último para el efecto tecnología, representado con la etiqueta (**III**), **Grossman & Krueger (1991)** señalan que existen al menos dos razones por las que podría disminuir la contaminación. En primer lugar, los productores extranjeros no pueden transferir tecnologías modernas a la

economía local incluso cuando las restricciones a la inversión extranjera se relajan. Esto debido a que las tecnologías más modernas suelen ser más limpias en comparación a las más antiguas. En segundo lugar, dado que los estándares de contaminación se van volviendo más estrictos conforme al aumento del nivel de ingreso, se tiene un interés particular por un entorno más limpio y por el cumplimiento más estricto de las leyes existentes pueden ser una respuesta política natural al crecimiento económico.

Estos efectos; escala, composición y técnica o tecnología, han sido un punto de referencia obligado para el desarrollo de otros trabajos que siguen la misma línea de investigación de **Grossman & Krueger (1991)**. A manera de ejemplo, se encuentran entre muchos otros, **(Cole & Elliott, 2003)**, **(Holtz-Eakin & Selden, 1995)** y **(Shahbaz et al., 2019)**.

### 1.1.2. Especificación de la CKA

La relación original de **Grossman & Krueger (1991)** ha sido planteada de diferentes maneras a través de la literatura de la CKA. **Dinda (2004)** menciona que la existencia de la CKA se ha comprobado en varios estudios, lo cuales comparten la característica del método empleado, pues la mayoría de estos utilizan datos de sección cruzada (varios individuos en un momento de tiempo). Por otro lado, **Stern (2004)** menciona que usualmente el modelo de la CKA es estimado con datos panel. Sin embargo, generalmente siguen la misma especificación en su forma reducida.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (1)}$$

Donde  $y$  es el indicador ambiental,  $x$  es ingreso y  $z$  se relaciona con otras variables de influencia en el daño ambiental. Además, el subíndice  $i$  corresponde en este caso a cada país,  $t$  es referente al tiempo,  $\alpha_i$  es constante,  $\beta_k$  es el coeficiente de las  $k$  variables explicativas. Adicionalmente, **Dinda (2004)** hace mención de las distintas maneras o formas que la relación de la CKA puede tomar.

- I.  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  un patrón plano o sin relación entre  $x$  e  $y$ , es decir, no hay evidencia de la existencia de la relación entre crecimiento y degradación ambiental.
- II.  $\beta_1 > 0$  y  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , una relación creciente o una relación lineal entre  $x$  e  $y$ .
- III.  $\beta_1 < 0$  y  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , una relación decreciente entre  $x$  e  $y$ .
- IV.  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  y  $\beta_3 = 0$ , una relación en forma de U invertida, es decir, **CKA**.
- V.  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  y  $\beta_3 = 0$ , una relación en forma de U

- VI.  $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$  y  $\beta_3 > 0$ , una figura polinómica cúbica o en forma de N.
- VII.  $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$  y  $\beta_3 < 0$  la relación opuesta a la curva en forma de N.

Donde  $\beta_1$  es el coeficiente relacionado el término lineal del ingreso per cápita.  $\beta_2$  es el coeficiente relativo al término cuadrado y por último  $\beta_3$  es el término relativo del ingreso al cubo. Esto, debido a que la U invertida no es la única forma en la que la CKA puede presentarse de acuerdo con los escenarios anteriores. Además, como lo señala **Stern (2004)** el "punto de inflexión" del ingreso donde las emisiones o concentraciones son máximas en un modelo donde no se utiliza la especificación logarítmica viene dado por la ecuación (2), en caso de que se utilice la especificación logarítmica se utiliza la misma expresión añadiéndole exponencial afuera de los paréntesis.

$$\tau = \left( \frac{-\beta_1}{2\beta_2} \right) \quad \text{ec. (2)}$$

Por su lado, **Lieb (2002)** enmarca una discusión alrededor de la CKA, pues menciona que muchos ambientalistas creen que el crecimiento económico necesariamente involucra la degradación de la calidad ambiental y que la relación contaminación - ingreso es monótonamente creciente. Por otra parte, ubica a **Grossman & Krueger (1991)** y a otros autores con la idea contraria, esto es, la contaminación es considerada como un fenómeno transicional en el curso del crecimiento económico por lo que en el largo plazo los países que lleguen a ser ricos mejorarán su medio ambiente. Esta idea se asimila a las hipótesis que se toman como referencia para esta investigación, las cuales son desarrolladas más adelante.

### 1.1.3. Variables de aproximación en la CKA

Desde el trabajo de **Grossman & Krueger (1991)** ha existido una gran cantidad de investigaciones que tratan de capturar la relación original de deterioro ambiental a través de una vasta multiplicidad de variables *proxy*. En el planteamiento de la forma reducida podemos encontrar distintos enfoques dependiendo los intereses particulares de las investigaciones. En esta sección se hace mención de algunas consideradas de mayor relevancia.

#### 1.1.3.1. Variable explicada: la variable *proxy* de degradación ambiental

En el lado izquierdo de la **ecuación 1**, se encuentra la variable *proxy* de degradación ambiental. Entre algunas de las más comunes se pueden encontrar, emisiones de  $\text{CO}_2$ , emisiones de  $\text{SO}_2$  en la investigación de **Grossman & Krueger (1991)**; la tasa de deforestación para **Panayotou (1994)**;  $\text{NO}_x$  para **Selden & Song (1994)**, consumo de energía de combustibles fósiles en **Lee**

*et al.* (2009); la huella ecológica para **Solarin & Al-Mulali (2018)**; monóxido de carbono (Co), dióxido de azufre (So<sub>2</sub>), óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) y partículas finas (PM10) en **Andrés-Rosales et al. (2018)**.

#### 1.1.3.1.1. Emisiones de dióxido de carbono (Co<sub>2</sub>)

De acuerdo con **Shahbaz & Sinh (2019)** el interés por la estimación de la CKA sobre emisiones de Co<sub>2</sub> comenzó con el trabajo de **Shafik & Bandyopadhyay (1992)**. En su trabajo analizaron las emisiones de carbono per cápita para 149 países en el período de 1960 a 1990 utilizando una serie de variables explicativas como: inversión, crecimiento de los ingresos, tarifa eléctrica, porcentaje del PIB en comercio, deuda, entre otras. Además utilizaron tres especificaciones de modelo, lineal, cuadrática y cúbica.

Algunos de los trabajos que han considerado esta variable como aproximación de la degradación del medio ambiente se encuentran, **Shafik & Bandyopadhyay (1992)**, **Pao & Tsai (2010)**, **Shahbaz et al. (2013)**, **Sapkota & Bastola (2017)**, **Haug & Ucal (2019)** por mencionar algunos; más adelante se analizan otros.

Esta investigación se limita a uno de los principales GEI responsable del calentamiento global, el Co<sub>2</sub><sup>3</sup>. De acuerdo con **Lieb (2002)** que cita a **Grimes (1997)** ubica a este gas por arriba de los demás en cuanto a su utilización para la estimación de una CKA, debido a la disponibilidad de las series de tiempo relativamente largas tanto para países desarrollados como en desarrollo. Adicionalmente, señala que las emisiones de contaminantes de aire, están directamente conectadas con la actividad económica a diferencia de las concentraciones de los contaminantes. Del mismo modo, **Haug & Ucal (2019)** menciona que las emisiones de este gas

---

<sup>3</sup> De acuerdo con la síntesis del informe “Unidos en la Ciencia” realizado por varias organizaciones y compilado por la Organización Meteorológica Mundial para la cumbre sobre la Acción Climática de las Naciones Unidas en septiembre del 2019 destaca que “La última vez que la atmósfera de la Tierra contenía 400 partes por millón de Co<sub>2</sub> fue hace unos 3-5 millones de años, cuando la temperatura media global de la superficie era 2-3 °C más cálida que la actual, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental se derritieron, partes del hielo de la Antártida oriental retrocedieron, todo lo cual causó un aumento del nivel del mar de 10-20 m en comparación con el actual.

En 2018, la concentración global de co<sub>2</sub> fue de 407.8 partes por millón (ppm), 2.2 ppm más que en 2017. Los datos preliminares de un subconjunto de sitios de monitoreo de gases de efecto invernadero indican que las concentraciones de CO<sub>2</sub> están en camino a alcanzar o incluso superar las 410 ppm a fines de 2019.

En 2017, el promedio mundial de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> fue 405.6 ± 0.1 ppm, de CH<sub>4</sub> fue 1859 ± 2 partes por cada mil millones (ppb) y de N<sub>2</sub>O fue 329.9 ± 0.1 ppb. Estos valores constituyen, respectivamente, un aumento de 146%, 257% y 122% en comparación con los niveles preindustriales (anteriores a 1750).

La tasa de crecimiento promedio de CO<sub>2</sub> durante tres décadas consecutivas (1985–1995, 1995–2005 y 2005–2015) pasó de 1.42 ppm/año a 1.86 ppm/año y 2.06 ppm/año, respectivamente.”

<https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-unidos-en-la-ciencia-aporta-los-ultimos>.

Consultado el 27 de octubre de 2019

tienen una mayor participación en la concentración de GEI, además de incrementar la preocupación en relación con el calentamiento global y el cambio climático.

Un punto importante sobre la variable de emisiones de  $\text{Co}_2$ , es lo que señala **Stern (2004)**. Este autor puntualiza que los primeros estudios de CKA indicaron que los contaminantes locales tenían más probabilidades de mostrar una relación de forma de U invertida con los ingresos, mientras que los impactos globales como el  $\text{Co}_2$  no. Por otro lado, menciona que la evidencia más reciente sobre las emisiones de azufre y dióxido de carbono muestra que puede no haber una fuerte distinción entre el efecto del ingreso per cápita en los contaminantes locales y globales. A pesar de este punto, se ha tomado la decisión de utilizar las emisiones de  $\text{Co}_2$  por la disponibilidad de las series de tiempo.

### 1.1.3.2. Las variables explicativas de la CKA

Por el lado derecho de la **ecuación 1**, encontramos los parámetros de  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  que corresponden a las variables explicativas  $X_{it}$ . Los primeros tres darán forma a la curva dependiente del ingreso per cápita en diferentes grados, y el cuarto parámetro  $\beta_4 z_{it}$  a las demás variables incluidas dependiendo del criterio de cada investigación. En esta sección se hace un recuento de algunas variables consideradas dentro de algunos trabajos como variables explicativas usadas en la CKA.

#### 1.1.3.2.1. La apertura comercial o comercio internacional

La apertura comercial ha sido una característica a considerar en la estimación de la CKA. Pues, de hecho esta variable tiene un peso representativo en el análisis de **Grossman & Krueger (1991)** para su investigación del tratado de libre comercio TLCAN. Asimismo, **Dinda (2004)** menciona que el comercio internacional es uno de los factores más importantes que pueden explicar CKA. Su argumento es que el comercio incrementa el tamaño de la economía que a su vez aumenta la contaminación; esto en relación con los efectos de la CKA se denominaría efecto escala. Esto es, las actividades relacionadas con el comercio es una de las principales causas de la degradación ambiental.

Por su lado, **Shahbaz & Sinha (2019)** mencionan que el trabajo de **Agras y Chapman (1999)** fue el primero en considerar el aspecto de la apertura comercial para la estimación de la CKA. Su trabajo consistió en una especificación cuadrática para el período 1971 a 1989. Dentro de sus hallazgos encontraron que las importaciones tiene un impacto negativo en las emisiones de  $\text{Co}_2$ , mientras que las exportaciones tienen un impacto positivo en las emisiones de  $\text{Co}_2$ .

### 1.1.3.2.2. La Inversión Extranjera Directa

Otra de las variables que utilizadas en la estimación de la CKA, es la inversión extranjera directa, aunque en cierta literatura se ha considerado como una proxy de la apertura comercial. Por ejemplo, **Shahbaz & Sinha (2019)** mencionan que fueron **Tamazian & Bhaskara Rao (2010)** quienes introdujeron la IED como proxy de la apertura comercial.

En este estudio, estimaron el CKA para los países BRIC durante el período 1992 a 2004. Además encontraron que el stock de IED tiene un impacto positivo y negativo en las emisiones de  $\text{CO}_2$ . Idea desarrollada más adelante con las hipótesis del impacto de la IED retomadas para esta investigación.

## 1.2. Las relaciones entre las variables de interés

Dentro del marco de la CKA hay una variedad de circunstancias, factores y variables que afectan el deterioro del medio ambiente y fomentan su degradación; desde la intensa actividad industrial, la laxa regulación ambiental, el comercio internacional, el consumo de energías y el crecimiento económico. Al respecto, en esta sección se hace el esfuerzo de englobar las de mayor importancia para esta investigación.

Para el caso de este trabajo se propone organizar la revisión de la literatura en cuatro aparatos, que comprenden las tres principales variables de este trabajo, emisiones de  $\text{CO}_2$ , IED y crecimiento económico, y las relaciones entre sí mismas. En primer lugar se desarrolla la relación entre la **1)** IED y emisiones de  $\text{CO}_2$ ; en segundo lugar se tiene la relación entre **2)** IED y crecimiento económico, en tercer lugar la relación entre **3)** emisiones de  $\text{CO}_2$  y crecimiento económico; y por último **4)** emisiones de  $\text{CO}_2$ , IED y crecimiento económico.

### 1.2.1. La IED y las emisiones de $\text{CO}_2$

Para este primer apartado, dentro de la literatura revisada existe una división del impacto respecto que la IED puede ocasionar en las emisiones de  $\text{CO}_2$  para los países receptores. Por un lado, la IED puede tener un impacto positivo debido a la transferencia de tecnología limpia amigable con el medio ambiente, lo que se denomina como la **hipótesis del efecto halo**. Por el otro lado, la IED puede tener implicaciones desfavorables con el medio ambiente, lo que se ha denominado como la **hipótesis del paraíso contaminador (PHH)**. De acuerdo con **Solarin & Al-Mulali (2018)** estas dos posturas se ven reflejadas en la rigidez de las regulaciones ambientales de cada país; por ejemplo, los países que cuentan una infraestructura fuerte, grandes mercados y capital humano avanzado son aquellos que cuentan con fuertes

regulaciones ambientales; por otro lado, los países con instituciones de pobre calidad, infraestructura y gobierno, son aquellos países con laxa regulación ambiental. A continuación se hace una pequeña descripción de los trabajos relacionados con estas dos hipótesis.

#### 1.2.1.1. Hipótesis del efecto *halo*

La hipótesis del efecto *halo*, de acuerdo con **Asghari (2013)** que cita a **Zarzsky (1999)**, se presenta cuando la inversión va dirigida a mejores prácticas de gestión y tecnologías avanzadas que resultan en un ambiente limpio en los países anfitriones. Además se cree que la IED puede tener un efecto positivo en los esfuerzos de desarrollo del país anfitrión.

En el mismo sentido, **Nadeem et al. (2020)** sugieren que los flujos de IED pueden mejorar las condiciones ambientales de los países receptores al incorporar tecnologías ecológicas que son más eficientes energéticamente, además que producen emisiones relativamente más bajas. La mejora en la calidad del medio ambiente se produce así a través de mayores ingresos debido a las entradas de IED.

Entre algunas de las investigaciones relacionadas con esta hipótesis se encuentra la de **Haug & Ucal (2019)**. Estos autores analizan los efectos del comercio y la IED sobre las emisiones de  $\text{CO}_2$  en Turquía. Para esto hacen uso del modelo de rezagos distribuidos autorregresivos lineal y no lineal (ARDL y NARDL) para el periodo de 1974 a 2014. Concluyen que la IED no conduce a un aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  per cápita a largo plazo.

Por su lado, **Pazienza (2019)** analiza el impacto de la IED del sector manufacturero en las emisiones de  $\text{CO}_2$  de treinta países de la OCDE para el periodo entre 1989 y 2016. El autor se apoya de un modelo panel por mínimos cuadrados ordinarios con efectos fijos y efectos aleatorios. Entre algunas de sus conclusiones se rescata que el papel beneficioso que juega la IED en el medio ambiente. Además, su conclusión va en el sentido de que la generación de efectos secundarios positivos a partir de la IED se explica por su capacidad de ser una fuerza impulsora de la innovación tecnológica. Es decir, la IED sirve como una herramienta con la cual se implementan modos de producción más ecológicos y limpios.

En el mismo sentido, **Sung et al. (2018)** aplican un modelo GMM a un panel de 28 sectores industriales de China. Tienen el objetivo de explorar cómo la IED afecta los niveles de emisión de  $\text{CO}_2$  para el sector manufacturero. Ellos obtuvieron resultados similares, pues concluyeron que la IED es un predictor positivo de la calidad ambiental en el país receptor, lo que sirve como evidencia del efecto *halo*, esto es, que la IED reduce los niveles de emisión de  $\text{CO}_2$ . De igual

manera, los autores encuentran que el PIB industrial y la producción más limpia mejoran la calidad ambiental.

**Al-mulali & Foon Tang (2013)** ponen a prueba la validez de la hipótesis del paraíso contaminador (PHH) en los países del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG). Utilizan un marco multivariado y un modelo de mínimos cuadrados ordenado totalmente modificados para el periodo de 1980 a 2009. Ellos encontraron que el crecimiento del PIB es la fuente de contaminación en los países del CCG, mientras que la IED real per cápita tiene un impacto negativo en las emisiones de  $\text{CO}_2$  en estos países. En otras palabras, rechazan la **PHH** y recomiendan a estos países utilizar políticas para alentar la IED ya que juega un papel importante que estimula el crecimiento del PIB, es decir, la hipótesis del efecto *Halo*.

**Kim (2019)** en su investigación analiza la causalidad a corto plazo y el equilibrio a largo plazo entre las emisiones de  $\text{CO}_2$ , el consumo de energía, el PIB y la IED. El autor utiliza un modelo de panel de corrección de errores de vectores (VECM) y el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificado (FMOLS) para 57 economías en desarrollo divididos en tres regiones, África, Asia y América.

Encuentra que las entradas de IED no causan un aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  a corto plazo, en otras palabras, las entradas de IED no inducen el aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  en los países en desarrollo. Además, concluye que sus resultados generalmente no respaldan la PHH en los países en desarrollo, pero respaldan ligeramente el efecto *halo* y que la posibilidad de éste aumentará en el futuro a medida que progrese la tecnología de mitigación de GEI.

#### 1.2.1.2. La hipótesis del paraíso de la contaminación, PHH

Citando a **Al-mulali & Foon Tang (2013)**, la PHH es una relación positiva entre la IED y la contaminación. Esta hipótesis sostiene que los países desarrollados transfieren sus industrias intensivas en contaminación a los menos desarrollados debido a que la regulación ambiental es menos estricta. Asimismo, **Neequaye & Oladi (2015)** señalan que la calidad ambiental puede considerarse como un bien normal, lo que podría explicar por qué los países en desarrollo tienen restricciones de regulación ambiental más laxas que los países desarrollados.

Esta misma idea es desarrollada por **Bakhsh et al. (2017)**, donde señalan que los países en desarrollo subestiman deliberadamente las normas ambientales para atraer a los inversores extranjeros. Por lo tanto, en general, para beneficiarse de las pocas políticas ambientales

estrictas, los inversores extranjeros trasladan sus operaciones a los países menos desarrollados. **Dinda (2004)** señala que la PHH es básicamente una teoría que sugiere que los países de alta regulación perderán todas las "industrias sucias" y los países pobres las tendrán a todas.

Algunas de las investigaciones que han encontrado la confirmación de esta hipótesis se encuentran **Sapkota & Bastola (2017)**. Los autores examinan la relación entre ingreso y contaminación así como IED y contaminación del medio ambiente para el periodo de 1980 a 2010. Para esto utilizan un modelo panel de efectos fijos y aleatorios para catorce países de la región de América Latina. En una primera estimación, a la que llaman de muestra completa por incluir a todos los países, encuentran que al aumentar la IED incrementa la contaminación, es decir las emisiones de Co<sub>2</sub>. De igual manera, se logra comprobar la hipótesis de la CKA con un punto de inflexión en \$3158 USD (constantes 2005).

Por otro lado, en una segunda estimación proponen dividir la muestra, con base en el ingreso medio, en dos grupos. Para el grupo uno (seis países), se comprueba la hipótesis del paraíso contaminador (PHH) dado que el coeficiente de la IED es estadísticamente significativo al 1%, además de la hipótesis de la CKA. Para el grupo dos (ocho países) también se comprueba la hipótesis PHH y pero no la hipótesis de la CKA. En conclusión IED está correlacionada positivamente con la contaminación.

**Solarin & Al-Mulali (2018)**, en su investigación, buscan observar la influencia de la IED en las emisiones de Co<sub>2</sub>, la huella de carbono y la huella ecológica, con el uso de un modelo *Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology (STRIPAT)*. Su muestra abarca 20 países en desarrollo y desarrollados. Ellos concluyen que la IED y la urbanización aumentan la contaminación en los países en desarrollo mientras que mitigan la contaminación en los países desarrollados. Los autores encuentran que el producto interno bruto y el consumo de energía aumentan la contaminación tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo, que incluye a China y los Estados Unidos. Esto es, la IED tiene un efecto diferenciado según el grado de desarrollo de las economías.

En la misma línea, **To et al. (2019)** examinan el impacto que la IED causa al medio ambiente y también prueban la validez de la CKA. Para esto utilizan mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificados y dinámicos. Analizan 25 mercados emergentes en la región asiática para el periodo de 1980 a 2016. Concluyen con la validación de la PHH para los países en desarrollo de la región, es decir la IED tiene un fuerte impacto en el medio ambiente. Esto significa que la IED puede conducir a un aumento de las emisiones.

**Sun et al. (2019)** investigan los posibles efectos ambientales de la apertura económica, como el crecimiento económico, las entradas de IED y la liberalización del comercio en los países de la Asociación de Cooperación Regional del Sur de Asia (SAARC). Emplean un modelo panel autoregresivo con rezagos distribuidos (*ARDL*) para el periodo de 1996 a 2017. Los autores llegan a la conclusión de que las entradas de IED tienen una relación negativa con las emisiones de  $\text{CO}_2$  a corto plazo y que el crecimiento del PIB tiene una correlación positiva con la degradación ambiental a largo y corto plazo; es decir, a medida que aumenta el crecimiento del PIB, disminuye la calidad del medio ambiente.

En su investigación, **Baek (2016)** persigue el objetivo de estimar los efectos de las entradas de IED, los ingresos y el consumo de energía en las emisiones de  $\text{CO}_2$ . Utiliza datos panel de cinco países de la ASEAN para el periodo 1981-2010 y aplica un modelo *Pooled Mean Group* (PMG). Concluye que la IED tiende a aumentar las emisiones de  $\text{CO}_2$ , lo que respalda la evidencia de la PHH, además encuentra que los ingresos y el consumo de energía tienen un impacto negativo en la reducción de las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Por su cuenta **Shahbaz et al. (2019)**, investigan los tres efectos de la CKA para el caso de Estados Unidos para el periodo de 1965 a 2006. Utilizan un enfoque de cointegración y causalidad de Granger basada en un VECM. Concluyeron que el efecto escala aumenta las emisiones de  $\text{CO}_2$ ; el efecto técnica las reduce; el consumo de energía promueve las emisiones de  $\text{CO}_2$ , y el efecto composición las disminuye. Además, la IED tiene un impacto positivo en las emisiones de  $\text{CO}_2$ , lo que confirma la presencia de la PHH en los EE.UU.

**Nadeem et al. (2020)** exploran la existencia de la PHH en Pakistán mediante el uso del modelo de rezagos distribuido autorregresivo (*ARDL*) para el periodo de 1971 a 2014. Analizan la entrada de inversión extranjera directa y cuatro contaminantes, estos son, emisiones de  $\text{CO}_2$ , emisiones de  $\text{CO}_2$  de combustibles sólidos,  $\text{SO}_2$  y emisiones de GEI. Puntualizan no encontrar evidencia concluyente de la existencia de la PHH para Pakistán, y lo respaldan mencionando que Pakistán está tomando medidas en cuestión de políticas ambientales activas para atraer más IED.

### 1.2.2. IED y Crecimiento Económico

Algunas otras investigaciones se han enfocado a la relación existente entre la IED y el crecimiento económico de manera paralela. En este punto se exponen algunos de los trabajos que han explorado dicha relación con resultados diversos. A continuación se realiza un breve análisis de éstas.

**Borensztein et al. (1998)** analizan el efecto de la IED en el crecimiento económico en un marco de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR), utilizando datos sobre los flujos de IED de los países industriales a 69 países en desarrollo para el periodo de 1970 a 1989 dividido en dos periodos. Concluyen que la IED es un vehículo importante para la transferencia de tecnología que contribuye más al crecimiento que la inversión nacional. Además, que la IED contribuye al crecimiento económico cuando existe una capacidad de absorción suficiente de las tecnologías avanzadas está disponible en la economía anfitriona.

En esta misma línea, **Alvarado et al. (2017)** examinan el efecto de la IED en el crecimiento económico de 19 países latinoamericanos. Para esto utilizan tres sub paneles dependiendo el nivel de ingreso de los países. Obtuvieron resultados dependiendo de los ingresos. La IED tiene un efecto positivo sobre el producto en los países de altos ingresos, mientras que en los países de ingresos medios altos el efecto es desigual y no significativo. Y el efecto en los países de ingresos medios bajos es negativo y estadísticamente significativo. Resumiendo, la IED no es un mecanismo adecuado para acelerar el crecimiento económico en América Latina, con la excepción de los países de altos ingresos.

### **1.2.3. Emisiones de Co<sub>2</sub> y crecimiento económico**

Como un tercer apartado, aquí se engloba la relación de las emisiones de Co<sub>2</sub> y el crecimiento económico. Esta relación haría referencia a la CKA. Se realiza una pequeña relación de algunos de los trabajos más destacados.

**Abdouli et al. (2018)** examinan la influencia no lineal del crecimiento económico, la IED y la densidad de población en la degradación ambiental en los países denominados como BRICTS (Brasil, Rusia, India China, Turquía y Sur África) para el periodo de 1990 a 2014. Se valen de diferentes metodologías de datos panel con efectos aleatorios, fijos y dinámicos GMM. Concluyen de manera general que la CKA no es válida entre las emisiones de Co<sub>2</sub> y el crecimiento económico. Esto implica que el aumento del crecimiento económico perjudica la calidad ambiental.

**Shaari et al. (2014)** analizan los efectos de la IED y el crecimiento económico en las emisiones de Co<sub>2</sub> a través modelos FMOLS y VECM para 15 países asiáticos en desarrollo en el periodo 1992 a 2012. Obtuvieron como resultado que a largo plazo la IED no tiene ningún efecto sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>. Sin embargo, un aumento en el crecimiento económico puede intensificar las emisiones de Co<sub>2</sub>.

El objetivo principal de **Shahbaz et al. (2015)** fue investigar la correlación no lineal entre la inversión extranjera directa y la degradación ambiental para países de ingresos altos, medios y bajos con el crecimiento económico y el consumo de energía como determinantes adicionales de la degradación ambiental. Su muestra abarca 99 países y comprende el periodo de 1975 a 2012. Aplicaron FMOLS y entre sus resultados destacan que al largo plazo existe la CKA. Asimismo, confirman la PHH, dado que la inversión extranjera directa aumenta la degradación ambiental. Además, la causalidad bidireccional entre las emisiones de  $\text{Co}_2$  y la inversión extranjera directa se observa a nivel mundial.

Asimismo, **Chirok Han & Hyelim Lee (2013)** examinaron los efectos de las emisiones de  $\text{Co}_2$  sobre el PIB, específicamente se enfocan en la causalidad direccional de la contaminación al crecimiento económico. Utilizan un modelo de datos panel dinámico para 19 economías de la OCDE que firmaron y ratificaron el Protocolo de Kioto. El periodo que comprende su estudio es 1981- 2009. Los autores concluyen que los efectos de las emisiones de  $\text{Co}_2$  en el crecimiento económico han disminuido significativamente, lo que sugiere un progreso tecnológico hacia el crecimiento económico con menos contaminación, es decir, respaldan la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. De igual manera proporcionan un apoyo a los argumentos de **Panayotou (1994)**.

El trabajo de este último autor, como se mencionó anteriormente, fue uno de los principales trabajos que sentaron las bases en estudiar la relación de la CKA. Entre sus principales conclusiones se puede destacar que el no rechazo de la hipótesis de la CKA implica una cierta inevitabilidad de la degradación ambiental a lo largo del camino de desarrollo de un país en una etapa temprana de desarrollo, y una mejora significativa en una etapa posterior, ambas como resultado del crecimiento económico.

#### **1.2.4. Emisiones de $\text{Co}_2$ , IED y Crecimiento Económico**

En este apartado se da cuenta de la relación entre las tres variables mencionadas, emisiones de  $\text{Co}_2$ , IED y crecimiento económico. Esto con la intención de visualizar la interacción que guardan entre ellas y resaltar los resultados obtenidos en investigaciones similares pasadas, además de contrastar sus resultados en las conclusiones de este trabajo.

**Omri et al. (2014)** investigan los vínculos de causalidad entre las emisiones de  $\text{Co}_2$ , la IED y el crecimiento económico. Utilizan modelos dinámicos de datos de panel de ecuaciones simultáneas. La muestra abarca 54 países de tres regiones, Europa y Asia del Norte, América

Latina y el Caribe, y Medio Oriente y Norte de África durante el período de 1990 a 2011. Realizan en total cuatro estimaciones, tres por cada región y una global.

Entre sus resultados destaca, en primer lugar, la existencia de una causalidad bidireccional y positiva entre la IED y el crecimiento económico. En segundo, la relación causal de retroalimentación entre las entradas de IED y las emisiones de  $\text{Co}_2$ , es decir, la causalidad negativa de las emisiones de  $\text{Co}_2$  a las entradas de IED y la causalidad negativa de las emisiones de  $\text{Co}_2$  a las entradas de IED. Y en tercer lugar la causalidad unidireccional y positiva del crecimiento económico a las emisiones de  $\text{Co}_2$ .

Por su lado, **Abdouli & Hammami (2017b)** realizan una investigación con el objetivo de conocer la relación causal entre la calidad ambiental, la inversión extranjera directa y el crecimiento económico. Para esto se valen de un modelo VAR de datos panel con ecuaciones simultáneas donde su muestra son 17 países MENA para el periodo de 1990 a 2012. En primer lugar realiza las estimaciones para las tres variables dependientes del modelo, estas son, emisiones de  $\text{Co}_2$ , flujos de IED, y crecimiento económico. Posteriormente realizan la estimación de PVAR para la muestra completa con dos rezagos de las variables, encontrando que existe una causalidad unidireccional que corre de la IED al crecimiento económico; una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y las emisiones de  $\text{Co}_2$ ; así como una causalidad bidireccional entre la IED y las emisiones de  $\text{Co}_2$ .

**Abdouli & Hammami (2017c)** en su investigación tratan de examinar la influencia de las entradas de IED y la calidad del medio ambiente en el crecimiento económico en un grupo de 17 países de Medio Oriente y África del Norte (MENA), para el período 1990-2012. Para lo cual utilizan un panel de efectos fijos, aleatorios, así como un enfoque dinámico. Llegan a la conclusión de que las entradas de IED son los principales impulsores del crecimiento económico. Además, las entradas de IED han fomentado la creación de nuevos empleos, la mejora de la transferencia de tecnología y el crecimiento económico general. Asimismo, demostraron que el crecimiento económico en los países MENA reacciona negativamente a la degradación ambiental.

En el caso de **Phuong & Tuyen (2018)** investigaron la relación causal entre las emisiones de  $\text{Co}_2$ , la IED y el crecimiento económico de Vietnam durante el período 1986 a 2015 con un modelo ARDL y causalidad de Granger. Ellos encuentran que existe una la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental en Vietnam, es otras palabras la CKA.

Por otro lado, aunque se comprueba que existe una relación causal unidireccional entre las emisiones de  $\text{CO}_2$  y la IED, no se cuenta con la suficiente evidencia estadística para concluir que la IED tiene impactos sobre la contaminación ambiental o que la relajación de las regulaciones sobre el medio ambiente aumentará la atracción económica de Vietnam para los inversores extranjeros.

Por su lado, **Abdouli & Hammami (2020)** investigan las relaciones entre cuatro variables; el crecimiento económico, la IED, la calidad del medio ambiente y el desarrollo financiero para los países de medio oriente. Utilizan modelos de ecuaciones simultáneas para el período de 1980 a 2014. Dentro de sus descubrimientos encuentran una relación bidireccional entre las emisiones de  $\text{CO}_2$  y el crecimiento económico, una relación causal bidireccional entre las entradas de IED y las emisiones de  $\text{CO}_2$ , y una relación causal bidireccional entre las entradas de IED, el crecimiento económico y el desarrollo financiero.

### **Conclusiones de la revisión de bibliografía**

Es notable que la CKA y las relaciones que existen alrededor de ella han sido analizadas y abordadas desde diversos enfoques. Desde las investigaciones con el objetivo de analizar la hipótesis de la CKA, pasando por las hipótesis *Halo* o paraíso de la contaminación e incluso a través de hipótesis del vuelo industria, con resultados diferentes y que contrastan unos con otros. En la mayoría de las investigaciones se analiza la causalidad unidireccional, bidireccional o neutra entre las variables, conocer el impacto positivo o negativo de una variable frente a otra y son pocas las que lo realizan de manera conjunta.

Se retoman algunas ideas de la metodología a utilizar y la definición de las variables a considerar de **Omri et al. (2014)**. Se tratará de realiza un análisis más completo en el sistema de ecuaciones revisados, tratando de incorporar la CKA en el sistema. Además, se utilizan dos paneles de datos, los cuales se clasificaron por el nivel de desarrollo de los países de acuerdo con la clasificación del Banco Mundial 2019, como hacen **Shahbaz et al. (2015)**. Se pretende hacer uso de la metodología de panel dinámico de **Arellano & Bond (1991)**, que de acuerdo con **He (2006)** este método propone incluir del lado derecho de la ecuación un periodo rezagado de la variable dependiente con el propósito de remover la correlación serial de primer orden en los residuos y al mismo tiempo tratar con el efecto fijo de las variables invariantes en el tiempo.

Además, la mayoría de las investigaciones revisadas que hacen uso de una función de producción de la cual se parte para desarrollar el sistema para realizar el análisis de la interacción entre las tres variables, IED, emisiones de  $\text{CO}_2$  y PIB per cápita; además de añadir otras variables

principalmente con enfoque económico, como densidad de población, exportaciones, importaciones, entre otras. Por lo que se optará por un tomar un enfoque más apegado a la economía ambiental y utilizar una función de producción dando mayor énfasis a factores ambientales.

**Stern (2004)** menciona que usualmente el modelo de la CKA es estimado con datos panel. Además, dentro de las conclusiones de su investigación menciona que puede haber una relación en forma de U invertida entre las concentraciones ambientales urbanas de algunos contaminantes y el ingreso, aunque esto debería probarse con series de tiempo más rigurosas o métodos de datos de panel. Por otro lado, **Abdouli & Hammami (2017b)** realizan el análisis de la relación entre las tres variables dependientes en investigaciones pasadas llevan a resultados inconclusos. Por lo que al final de este trabajo, se tiene la intención de contribuir a la discusión con un argumento empírico sobre la relación entre IED – Crecimiento – Emisiones de Co<sub>2</sub>.

## 2. Metodología econométrica y datos

El presente trabajo tiene el objetivo de examinar el impacto de la IED y el crecimiento económico a través del PIB per cápita en las emisiones de Co<sub>2</sub>, además de estudiar las relaciones existentes entre estas variables y su persistencia en el tiempo. Con el propósito de verificar la hipótesis de este trabajo se ha optado por establecer un modelo dinámico de datos panel para tratar la endogeneidad de las variables.

Para la selección de la muestra se toma como referencia a **Shahbaz et al. (2015)**. Los autores toman 99 economías clasificadas según el nivel de ingreso - alto, medio y bajo. Específicamente para esta investigación se retoma el criterio de clasificación por nivel de ingresos del Banco mundial actualizado en junio 2019<sup>4</sup>. Este ordenamiento incluye las siguientes categorías: economías de ingreso alto, medio alto, medio bajo y bajo. Dada la poca disponibilidad de información para los países con bajo dentro de la clasificación de ingreso bajo, se contemplan dos paneles; el primero contempla las dos primeras categorías (ingreso alto y medio alto) denominándolos como países desarrollados; y el segundo panel contempla las dos categorías restantes (ingreso medio bajo y bajo) nombrándolo como panel de países en desarrollo. Para mayor referencia en el **anexo 4** se detalla la clasificación de los países que forman parte de la muestra.

---

<sup>4</sup> <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/nueva-clasificacion-de-los-paises-segun-el-nivel-de-ingresos-para-2019-y-2020>

El modelo utilizado es un modelo dinámico con datos panel siguiendo la metodología de **Arellano & Bond (1991)**, **Arellano & Bover (1995)**, **Blundell & Bond (1998)** y **Roodman (2009)**. Para el planteamiento del sistema de ecuaciones se toma como principal referencia el modelo de **Omri et al. (2014)**. Adicionalmente se aplica un enfoque más apegado a una función de producción del lado de la economía ambiental. A continuación se realiza una breve descripción de la metodología seleccionada y una primera aproximación al planteamiento del modelo.

### 2.1. Modelo de referencia: Panel dinámico

Gran parte de la metodología de esta investigación recae en el planteamiento del panel de datos dinámico de **Arellano & Bond (1991)**. Además, esta metodología, de acuerdo con **Cázares (2019)**, enfatiza que existen tres problemas que se presentan en los modelos estáticos, como mínimos cuadrados ordinarios agrupados (MCO *pooled*) y los modelos de mínimos cuadrados generalizados factibles (MCGF) que a través del uso de la metodología dinámica se corrigen. El primero de ellos hace referencia a la presencia de efectos fijos individuales (para el modelo *pooled*); el segundo se refiere al sesgo por omitir una variable relevante para el modelo que es la misma variable dependiente rezagada (para *pooled* y MCGF); y por último no verificar la presencia de endogeneidad entre las variables de interés.

El supuesto fundamental de consistencia de los estimadores de es que el término de error no este correlacionado asintóticamente con los regresores (**Cameron & Trivedi, 2009**). Esto es:

$$E(u|x) = 0$$

De acuerdo con **Labra & Torrecillas (2014)** este tipo de modelos dinámicos, que utilizan el método generalizado de momentos (**GMM** por sus siglas en inglés), han sido desarrollados con el objetivo de incluir las relaciones de causalidad, originadas en el interior de un modelo, como una manera para tratar los problemas de **endogeneidad**, que son ocasionados cuando hay una correlación entre las variables y sus términos de error. De igual manera los autores, la endogeneidad puede ser tratada a través de diferentes vías, sin embargo una de las formas más habitualmente empleada es a través de **variables instrumentales** expresadas como rezagos de la variable endógena, generalmente para paneles con un gran número de individuos y un periodo corto de tiempo.

En cuanto a la metodología de **Arellano & Bond (1991)**, esta permite estimar un modelo dinámico sin necesidad de instrumentos externos. Emplea la variable dependiente rezagada como una de las variables explicativas dentro del modelo, por lo que el comportamiento pasado de la variable dependiente está explicando el comportamiento presente de la misma. De acuerdo

con **He (2006)**, esta metodología propone incluir en el lado derecho de la función un rezago de la variable dependiente un período (o más) para eliminar la correlación serial de primer orden en los residuos. Al mismo tiempo, para tratar el efecto fijo invariable en el tiempo, utiliza la transformación de primera diferencias como lo sugieren **Arellano & Bond (1991)**. A este método se le conoce como **diferencias GMM**. Para la implementación de la metodología se toma en consideración el desarrollo de **Cameron & Trivedi (2009)**, **Omri et al. (2014)** y **Cázares (2019)**, así el modelo queda de la siguiente manera:

$$y_{it} = \gamma y_{i,t-1} + X'_{it}\beta + u_{it} \quad \text{ec.(3)}$$

Donde:

$y_{it}$  es la variable dependiente, donde  $i$  corresponde al individuo y  $t$  al tiempo.

$X'_{it}$  es el conjunto de variables independiente donde  $i$  corresponde al individuo y  $t$  al tiempo.

$y_{i,t-1}$  es la variable dependiente rezagada un periodo.

$u_{it}$  es el error compuesto.

$\gamma$  y  $\beta$  son parámetros.

Considerando que  $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$

$\alpha_i$  es el efecto específico individual aleatorio.

$\varepsilon_{it}$  es el término de error idiosincrático.

$$y_{it} = \gamma y_{i,t-1} + X'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad \text{ec.(4)}$$

De acuerdo con **Cameron & Trivedi (2009)** se transforma el modelo a primeras diferencias.

$$\Delta y_{it} = \gamma \Delta y_{i,t-1} + \Delta X'_{it}\beta + \Delta \alpha_i + \Delta \varepsilon_{it} \quad \text{ec.(5)}$$

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \gamma(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (X_{it} - X_{i,t-1})'\beta + (\alpha_i - \alpha_{i-1}) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad \text{ec.(6)}$$

Lo que elimina el efecto específico individual aleatorio, y resulta:

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \gamma(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (X_{it} - X_{i,t-1})'\beta + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}), \quad t = 2, \dots, T \quad \text{ec. (7)}$$

Se puede observar que el estimador por MCO no es consistente debido a que  $y_{i,t-1}$  se correlaciona con  $\varepsilon_{i,t-1}$ , por tanto el regresor  $(y_{i,t-1} - y_{i,t-2})$  se correlaciona con  $(\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1})$ . Además,  $\varepsilon_{it}$  es independiente e idénticamente distribuido (iid) lo cual implica que los  $\varepsilon_{it}$  no estén

correlacionados en el tiempo. **Anderson & Hsiao (1981)** proponen usar  $y_{i,t-2}$  como instrumento válido para  $\Delta y_{i,t-1}$  dado que no está correlacionado con  $\Delta \varepsilon_{it}$ . Entonces, un instrumento válido para  $\Delta y_{i,t-1}$  será  $y_{i,t-2}$  dado cumple con:

$$y_{i,t-2} \text{ esta correlacionado con } \Delta y_{i,t-1} = y_{it-1} - y_{it-2}.$$

$$y_{i,t-2} \text{ no esta correlacionado con } \Delta \varepsilon_{it} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}$$

**Cameron & Trivedi (2009)** mencionan que para que una variable instrumental sea adecuada es necesario que este correlacionado con el regresor de la variable pero no con su término de error. La condición para que pueda ser usado como un instrumento en primeras diferencias queda especificada de la siguiente manera:

$$E(y_{is} \Delta \varepsilon_{it}) = 0, s \leq t - 2 \quad \text{ec.(8)}$$

Esto es, el valor esperado de la covarianza entre la variable dependiente y la diferencia del error idiosincrático será cero. De esta manera serán válidos los instrumentos para el modelo de **Arellano & Bond (1991)**.

Por otro lado, en cuanto al modelo propuesto por **Arellano & Bover (1995)**, **Blundell & Bond (1998)**, **Roodman (2009)** señala que hace un supuesto adicional; las primeras diferencias de las variables instrumentales no están correlacionadas con el efecto fijo. Esto es:

$$E(\Delta y_{i,t-1} \varepsilon_{it}) = 0 \quad \text{ec.(9)}$$

Bajo este supuesto ya es posible ocupar como otro instrumento a  $\Delta y_{i,t-1}$ . Esto permite emplear rezagos en niveles como instrumentos y no solo en diferencias como en el método anterior. El propio autor menciona que la introducción de más instrumentos puede mejorar la eficiencia dramáticamente. Además señala que este supuesto adicional permite construir un sistema de dos ecuaciones (original y transformada). Este método es conocido como **sistema GMM**.

De acuerdo con **Montero Granados (2010)** se espera que las primeras diferencias estén correlacionadas en el primer orden ya que de lo contrario estaría reflejando que no existen efectos dinámicos; la correlación en segundo grado no puede existir.

**Roodman (2009)** enlista las situaciones en las que se aplican las metodologías anteriores.

- 1) Paneles con pocos períodos de tiempo y muchos individuos;
- 2) Una relación funcional lineal;

- 3) Una variable del lado izquierdo que es dinámica y depende de sus propias realizaciones pasadas;
- 4) Variables independientes que no son estrictamente exógenas, lo que significa que están correlacionadas con realizaciones pasadas y posiblemente actuales del error;
- 5) Efectos individuales fijos; y
- 6) Heterocedasticidad y autocorrelación dentro de los individuos pero no entre ellos.

El comando originalmente se había pensado como **xtabond** el cual señala **Labra & Torrecillas (2014)** únicamente estima con instrumentos en diferencias, lo cual reduce el número de instrumentos posibles de utilizar. Esta misma observación la señala **Roodman (2009)**, pues menciona que esta debilidad se intensifica con los *gaps* en panel de datos no balanceados. El autor puntualiza que al tener *gaps* en  $y_{it}$ , tanto  $\Delta y_{it}$  como  $\Delta y_{i,t+1}$  faltarán en los datos transformados por primeras diferencias. Como alternativa el autor menciona que se pueden construir conjuntos de datos que desaparecen por completo en las primeras diferencias, para lo cual utiliza una segunda transformación llamada *forward orthogonal deviations (FOD)* o "desviaciones ortogonales hacia adelante" de **Arellano & Bover (1995)**. Este procedimiento en lugar de restar la observación anterior de la contemporánea, resta el promedio de todas las observaciones futuras disponibles de una variable. No importa cuántos *gaps* existan, pues es funcional para todas las observaciones excepto la última para cada individuo, por lo que minimiza la pérdida de datos.

Además, debido al periodo considerado para las muestras para cada grupo según la recomendación de **Roodman (2009)**, **xtabond2** es mejor para modelos con periodos de tiempo pequeños puesto que si son grandes, el sesgo dinámico del panel se vuelve insignificante y funciona un estimador de efectos fijos más directo. Mientras tanto, el número de instrumentos en diferencia y el sistema GMM tiende a explotar con el tiempo. Si la muestra (N) es pequeña, los errores estándar robustos en grupo y la prueba de autocorrelación de Arellano-Bond pueden no ser confiables.

Otras de las ventajas que puntualiza **Roodman (2009)** es el uso de desviaciones ortogonales en paneles con *gaps*, dado que esto maximiza el tamaño de la muestra. Además, **Labra & Torrecillas (2014)** mencionan que otra de las ventajas de este comando es que no requiere de postestimaciones para conocer los estadísticos referidos a sobreidentificación (test de Sargan y Hansen) y autocorrelación serial (test de Arellano y Bond), sino que los reporta directamente en la salida de la misma estimación. Asimismo, cuenta con la opción *collapse* para evitar el uso

excesivo de instrumentos rezagados lo que disminuye la eficiencia de los estimadores. También **xtabond2**<sup>5</sup> permite el uso de `vce (robust)` para la prueba de sobreidentificación.

## 2.2. Pruebas de especificación

De acuerdo con **Abdoui et al. (2018)** la consistencia del estimador GMM depende de la validez de los instrumentos. Aquí se hace uso de dos pruebas de correcta especificación, prueba de Hansen y prueba de autocorrelación. A continuación se realiza una síntesis de ambas pruebas.

### 2.2.1. Prueba de Hansen

Esta prueba se realiza para la sobre identificación de los instrumentos empleados. Es similar a la prueba de Sargan. Este test permite detectar la sobreidentificación del modelo cuando se ha empleado la matriz de pesos heterocedástica en la estimación, es decir es válido para estimaciones en dos etapas y opción `vce (robust)`. **Labra Lillo & Torrecillas (2018)**.

Los autores menciona que, cuando utilizamos el comando `xtabond2`, este test es reportado directamente en la salida del modelo, una ventaja contra la del comando `xtabond` que se hace en una post estimación. La hipótesis nula, que mencionan los autores, es igual a la de Sargan.

**Ho**= Las restricciones de sobreidentificación son válidas.

Por lo que se buscará que se no se rechace. Esto es, se espera una probabilidad mayor de 0.05% en el p-valor.

De la misma manera, los autores mencionan que para evitar una identificación excesiva del modelo, el número de individuos o grupos debe ser mayor que el número de instrumentos utilizados. Esto se debe a que el número de instrumentos que se generarán está directamente relacionado con la longitud del panel (número de períodos). **Labra Lillo & Torrecillas (2018)**.

### 2.2.2. Prueba de autocorrelación

Para que la estimación sea consistente y se justifique la utilización de modelos dinámicos, que empleen los retardos en diferencias o niveles como instrumentos, se requiere que los errores no

---

<sup>5</sup> Para más información sobre esta metodología se invita a consultar el paper "How to do `xtabond2`: An introduction to difference and system GMM in Stata" de **(Roodman, 2009)**.

estén serialmente correlacionados, lo que se comprueba con el test de Arellano y Bond. **Labra Lillo & Torrecillas (2018)**.

Los autores mencionan que la hipótesis nula de este test es:

$H_0$ : No existe autocorrelación.

$\Delta\varepsilon_{it}$  se correlaciona con  $\varepsilon_{it-1}$  por lo tanto se espera que se rechace la hipótesis nula en la correlación serial de primer orden pero no en órdenes superiores. Cuando esta prueba indica que existe una correlación en serie en ambos niveles, probablemente estamos ante un modelo de raíz unitaria (**Labra Lillo & Torrecillas, 2018**).

### 2.3. Datos

Los datos usados para este trabajo son tomados del portal *World Bank's World Development Indicators*. Estas variables con principalmente tres, emisiones de  $CO_2$ , PIB per cápita e IED. Además de han de incluir variables de control adicionales con el propósito de minimizar el sesgo de variables omitidas **Sapkota & Bastola (2017)**. Por la disponibilidad de los datos se han considerado 102 países divididos en dos grupos para maximizar su homogeneidad. **Chirok Han & Hyelim Lee (2013)**.

El **grupo 1** compuesto por 67 economías conformados por las dos primeras categorías, considerando la última clasificación del Banco mundial en 2019, de acuerdo con su nivel de ingreso nacional bruto per cápita, para nivel alto – más de USD \$12,375- y mediano alto – entre USD\$3,996 y \$12,375-. Para el **grupo 2** se consideran 35 economías compuestas por los niveles de ingreso mediano bajo – entre USD\$1,026 y \$3,995- y bajo – USD\$1,205 o menos<sup>6</sup>. Originalmente se había pensado en la elaboración de un panel por cada categoría, sin embargo, por la falta de datos para la categoría de ingreso bajo, se optó esta última selección como en **Neequaye & Oladi (2015)**.

#### 2.3.1. Estadísticas descriptivas

En el **cuadro 1**, se resume las estadísticas descriptivas por cada uno de los paneles utilizados. Se reitera que la muestra total de los 102 países fue dividida en dos grupos, el grupo uno, países en desarrollo y grupo dos países en desarrollo.

Por practicidad de análisis esta sección se enfocará a análisis las tres principales variables de las ecuaciones. En primera lugar, se puede apreciar que para la variable de PIB per cápita en el

---

<sup>6</sup> <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/nueva-clasificacion-de-los-paises-segun-el-nivel-de-ingresos-para-2019-y-2020>

grupo 1, la media supera por mucho a la del grupo 2, es decir, la variable tomado como proxy del crecimiento económico indica que para los países del grupo 1, el crecimiento es evidentemente mayor. Además, la desviación del PIB per cápita del grupo 1 respecto a su promedio es de \$19,885.22 en promedio, que es mayor a la del grupo 2 que es de \$990.31 en promedio.

De manera similar para la variable de emisiones de  $\text{CO}_2$  per cápita para el grupo 1 la media fue de 6.28 toneladas métricas per cápita, mientras que para el grupo 2 la media fue de 0.9803. Mientras que para la variable de IED per cápita, los valores del grupo 1 comparados con los del grupo 2 del mismo modo, siguieron el patrón de ser más altos para los primeros.

Por otro lado, algo interesante de comentar es que para la variable daño por emisiones de  $\text{CO}_2$ , el valor medio del grupo 2 superó al del grupo 1, dando tintes de que las actividades y los costos del daño debido a las emisiones de  $\text{CO}_2$  son mayores para los países en desarrollo, posiblemente por la falta de rigor en la regulación ambiental. De la misma manera para las variables; agotamiento de los recursos naturales; la suma del agotamiento neto de los bosques; el agotamiento de la energía y el agotamiento de los minerales, el grupo 2 demostró ser mayor al grupo 1. Especialmente, el grupo dos, en esta última variable el promedio superó en casi el doble la media del grupo uno. Esto último traería a discusión que a pesar del agotamiento de los recursos naturales y el costo del daño ambiental por las emisiones de  $\text{CO}_2$ , las economías en desarrollo no ven reflejado ese sacrificio en su crecimiento.

## Cuadro 1

### Estadísticas descriptivas de las variables

Individuos por grupo	Clasificación del Banco Mundial	Panel	Ingreso nacional Bruto per cápita UDS\$	Estadísticas	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)	Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (US\$ a precios constantes de 2010)	Formación bruta de capital per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	Ahorro ajustado: daño por emisión de dióxido de carbono (% del INB)	Ahorros reajustados: Agotamiento de los recursos naturales (% del INB)	Comercio (% del PIB)	Crédito interno al sector privado -fd- (% del PIB)	Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)	Producción de electricidad a partir de fuentes renovables, excluida la hidroeléctrica (% del total)
67	ingreso alto	Grupo 1 Países desarrollados	>12,375	Media	20,980.21	6.28963	111,151.30	4,970.90	1.210916	2.986933	83.68691	73.81125	20.2301	4.916412
				Varianza	3.95E+08	16.1509	9.28E+10	2.23E+07	0.956525	28.55692	1413.397	2432.41	311.7854	50.75695
	ingreso medio alto		3,996<inb<12,375	Desviación estándar	19,885.22	4.018818	304,678.20	4,723.26	0.978021	5.343867	37.59517	49.31947	17.65745	7.124391
				CV	0.9478084	0.6389594	2.71113	0.950183	0.8076702	1.789082	0.449236	0.6681837	0.8728305	1.449104
				<b>Signo esperado</b>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
35	ingreso medio bajo	Grupo 2 Países en desarrollo	1,026<inb<3,995	Media	1,565.55	0.980388	5,923.80	368.0565	1.461376	6.246384	79.44343	30.48017	53.23711	3.695593
				Varianza	980718.1	1.288366	6.54E+07	131,903.30	1.157002	101.9655	1022.51	475.2706	731.8957	62.21179
	ingreso bajo		<1025	Desviación estándar	990.3121	1.135062	8,085.24	363.1849	1.07564	10.0978	31.97671	21.8007	27.05357	7.887445
				CV	0.6325617	1.157768	1.364873	0.986764	0.7360462	1.616583	0.4025092	0.7152422	0.5081713	2.134284
				<b>Signo esperado</b>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	

Fuente: Elaboración propia. Datos de indicadores para el desarrollo del Banco Mundial.

### 2.3.2. Matriz de correlaciones

Como complemento de la parte del análisis de los datos, se ha optado por realizar una matriz de correlaciones. De acuerdo con **Rama (2018)** la correlación entre dos variables  $v_1$  y  $v_2$  informa del sentido y la intensidad de la relación entre ellas. Además, menciona que la correlación es adimensional y, al no depender de la escala de las variables, su magnitud informa objetivamente sobre la intensidad de la variación conjunta (o disjunta) de las variables. Por esto se calcula la correlación parcial entre las variables que comprende esta investigación, la cual se realiza entre pares de variables, como se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2**

	piGPC	iedpc	co2pc	daem	agrnc	fbcpcc	com	fd	cere	perf
PiGPC	1									
Iedpc	0.4214*	1								
Co2pc	<b>0.6766*</b>	0.3008*	1							
Daem	-0.3905*	-0.1619*	0.1075*	1						
Agrnc	-0.2095*	-0.0925*	-0.1743*	0.0689*	1					
Fbcpcc	<b>0.9821*</b>	0.4110*	<b>0.6826*</b>	-0.3591*	-0.1940*	1				
Com	0.0646*	0.2709*	0.0852*	0.1265*	0.0478	0.0804*	1			
Fd	<b>0.7237*</b>	0.2491*	<b>0.6445*</b>	-0.1113*	-0.3129*	<b>0.6938*</b>	0.0780*	1		
Cere	-0.3173*	-0.1852*	<b>-0.6103*</b>	-0.3192*	0.2238*	-0.3124*	-0.1766*	-0.4391	1	
Perf	0.2963*	0.1018*	0.0747*	-0.2988*	-0.2086*	0.2302*	0.0256	0.3122*	-0.0045	1

Fuente: Elaboración propia.

Se han señalado en “**negritas**” las correlaciones más intensas, que probablemente pudiesen presentar problemas en las estimaciones. Más adelante se comprobará corriendo los modelos y realizando las pruebas correspondientes.

Se utilizó el comando **pwcorr** que permite usar la opción `star` y `casewise`. La primera permite que las correlaciones vengan acompañadas de un asterisco todas aquellas que solo hayan podido ser obtenidas por azar con una probabilidad inferior a 5%, y la segunda opción permite obtener las correlaciones parciales y no bivariadas.

Se opta por interpretar las relaciones de las tres principales variables de esta investigación. En primer lugar la correlación entre la variable PIB per cápita y la IED pc es de 0.42 y es estadísticamente significativa, por lo que se puede decir que tienen a moverse de manera conjunta.

La relación entre el PIB per cápita y las emisiones de  $CO_2$  per cápita es de 0.67; es estadísticamente significativa y tienden a moverse de manera conjunta. Para la relación entre la

IED per cápita y las emisiones de  $\text{Co}_2$  resultó ser de .30, además de ser estadísticamente significativa se puede decir que ambas variables tienden a moverse de manera conjunta.

En la sección del anexo 1, se realizan los gráficos de dispersión entre las variables PIB per cápita, IED per cápita y emisiones de  $\text{Co}_2$  per cápita. Esto con la intención de visualizar las relaciones que pudiesen existir.

## **2.4. Las variables dependientes**

Las variables a considerar son tres principalmente, las emisiones de  $\text{Co}_2$ , la IED y el PIB, las cuales son las variables endógenas que conforman el sistema desarrollado más adelante. A continuación se realiza una pequeña descripción de éstas y las consideradas para la estructura del sistema de ecuaciones completo. Cada variable se ha considerado en su nivel y se ha dividido entre la población para que obtenerlas en los mismo términos per cápita excepto las que son porcentaje. Más adelante se realiza a detalle el porqué de la transformación de las variables a términos per cápita.

### **2.4.1. Las emisiones de $\text{Co}_2$**

La definición que comparte el Banco mundial en su portal sobre esta variable indica que “las emisiones de  $\text{Co}_2$  son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.”

Como se ha mencionado, uno de los principales gases responsables del calentamiento global y de la degradación del medio ambiente es el  $\text{Co}_2$ . Además surge de las principales actividades que utilizan combustibles fósiles para procesos de producción. En la mayoría de los estudios revisados se ha encontrado como una variable proxy de daño ambiental para la CKA.

### **2.4.2. Producto interno bruto - PIB**

Desde la relación original de **Grossman & Krueger (1991)**, esta variable ha sido de suma importancia en el análisis de esta rama de la economía y desde entonces ha sido metodológicamente considerada. De acuerdo con el portal del Banco Mundial el PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Este cálculo lo realiza sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales.

Como se ha mencionado la forma convencional de la CKA regularmente es no lineal debido a la forma de U invertida, por lo que las variables consideradas para observar esta relación son PIB pc y PIB pc<sup>2</sup>. Además, dentro algunas investigaciones **Dinda (2004)**, **To et al. (2019)** han incluido este término al cubo, para comprobar otras formas que la CKA podría tomar. Estas formas fueron detalladas en el marco de referencia anteriormente. Por su cuenta **Al-mulali & Foon Tang (2013)** considera a las variables como consumo de energía y crecimiento económico como los mayores determinantes de emisiones de Co<sub>2</sub>.

### 2.4.3. Inversión Extranjera Directa

De acuerdo con la base de datos portal de *World Bank's World Development Indicators* la inversión la definen como:

“...los flujos de capital de inversión directa en la economía informante. Es la suma del capital social, la reinversión de ganancias y otro capital. La inversión directa es una categoría de inversión transfronteriza asociada con un residente en una economía que tiene control o un grado significativo de influencia en la gestión de una empresa que reside en otra economía...”

De acuerdo con la teoría y las hipótesis de referencia (*PPH* y *Halo*), la IED puede tener un impacto positivo o negativo según el impacto en que tenga sobre el medio ambiente. Se detalló con más precisión estas hipótesis en el marco de referencia. **Al-mulali & Foon Tang (2013)** mencionan que si la relación entre IED y emisiones de Co<sub>2</sub> es positiva se podría comprobar la PPH, por el contrario si es negativa podría indicar que la IED es un canal para los países receptores de tecnologías avanzadas y bajas en carbón, es decir la hipótesis *halo*.

### 2.4.4. Capital

Tomando como referencia a **Sapkota & Bastola (2017)**, esta investigación toma la formación bruta de capital fijo como variable proxy de stock de capital. El autor menciona que la formación bruta de capital fijo podría ser un indicador confiable de los “cambios” en el stock de capital si asumimos una tasa de depreciación constante. De acuerdo con el portal del Banco Mundial la define como:

“... los desembolsos en adiciones a los activos fijos de la economía más cambios netos en el nivel de inventarios. Los activos fijos incluyen mejoras de la tierra (cercas, zanjas, desagües, etc.); compras de plantas, maquinaria y equipos; y la construcción de

carreteras, ferrocarriles y similares, incluidas escuelas, oficinas, hospitales, viviendas residenciales privadas y edificios comerciales e industriales..."

#### **2.4.5. Tasa de tipo de cambio efectiva real**

De acuerdo con el portal del Banco Mundial el tipo de cambio efectivo real es el tipo de cambio efectivo nominal (una medida del valor de una moneda frente a un promedio ponderado de varias monedas extranjeras) dividido por un deflactor de precios o índice de costos. Se ha optado incluir esta variable debido a ser uno de los determinantes de la atracción de la IED. Esta variable también se encuentra con base 2010.

#### **2.4.6. Apertura comercial**

De la misma manera esta variable fue tomada de los indicadores de desarrollo del Banco Mundial. Esta se define como la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios medidos como parte del PIB.

#### **2.4.7. Daño por emisión de dióxido de carbono**

Esta variable se define según el Banco Mundial como el costo del daño debido a las emisiones de dióxido de carbono del uso de combustibles fósiles y la fabricación de cemento, estimado en USD \$30 por tonelada de  $\text{CO}_2$  multiplicado por la cantidad de toneladas de  $\text{CO}_2$  emitidas. Es importante hacer énfasis como parte de la función de producción. Más adelante se detalla su utilización.

#### **2.4.8. Agotamiento de los recursos naturales**

De acuerdo con el portal del Banco Mundial esta variable se define como la suma del agotamiento neto de los bosques, el agotamiento de la energía y el agotamiento de los minerales. Además, el portal detalla que el agotamiento neto del bosque es la unidad de renta de los recursos por el exceso de la cosecha de madera en rollo sobre el crecimiento natural.

El agotamiento de la energía es la relación entre el valor del *stock* de recursos energéticos y la vida útil de reserva restante. Cubre carbón, petróleo crudo y gas natural. El agotamiento de minerales es la relación entre el valor del *stock* de recursos minerales y la vida útil de reserva restante). Cubre estaño, oro, plomo, zinc, hierro, cobre, níquel, plata, bauxita y fosfato.

Esta variable como la anterior son de suma importancia dado la justificación de su incorporación más adelante como parte de una función de producción que considera el impacto ambiental.

## 2.5. Planteamiento del sistema

El sistema utilizado en este macro panel está conformado por tres ecuaciones principalmente, cuyas variables dependientes para cada una son PIB, IED y emisiones de  $\text{CO}_2$ . Además, las ecuaciones encuentran su fundamento en cada una de las teorías que fueron revisadas en el marco de referencia<sup>7</sup>. En esta sección se desarrolla el sistema de ecuaciones utilizado.

El sistema en gran parte está basado en una función de producción Cobb-Douglas como en **Omri et al. (2014)**. Además, de acuerdo con la literatura de economía ambiental tomando como referencia a **Perman et al. (2006)**, esta función puede tomar una perspectiva distinta desde el punto de vista de la economía de los recursos naturales o de la economía ambiental. La función de producción utilizada en la economía de los recursos naturales contempla los siguientes componentes;  $Q_i$  que representa la producción,  $L$  trabajo,  $K$  capital y  $R_i$  que representa algún recurso natural extraído del medio ambiente.

$$Q_i = f_i(L_i, K_i, R_i) \quad \text{ec. (10)}$$

El mismo autor menciona que desde el enfoque de la economía ambiental, la cual tiende a enfatizar las inserciones en el medio ambiente – desechos que surgen en la producción y del consumo- la función utilizada es:

$$Q_i = f_i(L_i, K_i, M_i) \quad \text{ec. (11)}$$

Donde  $M_i$  es el flujo de residuos que surge de la actividad de la  $i$ -ésima empresa. Entonces se encuentran estos dos componentes – recursos extraídos y desechos- en la función de producción que utiliza (10).

Tomando como referencia el planteamiento de **Omri et al. (2014)** y **Abdouli & Hammami (2017c)** donde establecen la relación entre el crecimiento económico y la IED. La función que utilizan y su desarrollo que proponen es el siguiente:

$$Y = e^\varepsilon AK^\alpha E^\lambda (FDI)^\psi L^\beta \quad \text{ec. (12)}$$

Donde  $Y$  es el PIB,  $A$  es la productividad total de los factores,  $K$  el capital o stock de capital,  $E$  consumo de energía y  $L$  el trabajo o fuerza laboral.  $\varepsilon$  es el termino de error.  $\alpha, \lambda, \psi$  y  $\beta$  son las elasticidades de producción con respecto al capital, consumo de energía, inversión extranjera directa y el trabajo. De acuerdo con el argumento de **Omri et al. (2014)** este modelo aumenta la

---

<sup>7</sup> En el anexo 4 se resumen las referencias bibliográficas.

función de producción estándar de Cobb-Douglas al tener en cuenta el hecho de que el consumo de energía y la IED son insumos necesarios para generar la producción nacional. Además, los autores citan a **Marvão Pereira & Marvão Pereira (2010)** y sugieren la existencia de una relación lineal directa entre el consumo de energía para actividades que usan combustibles fósiles y las emisiones de  $Co_2$  y aplican esta relación transformado el consumo de energía de la siguiente forma:

$$E = bCo_2 \quad \text{ec. (13)}$$

Que sustituyendo en (12) se obtendría:

$$Y = b^\lambda e^\varepsilon AK^\alpha Co_2^\lambda (FDI)^\psi L^\beta \quad \text{ec. (14)}$$

Posteriormente se realiza la división de ambos lados para obtener la ecuación en términos per cápita. Quedando de la siguiente manera:

$$\frac{Y}{L} = b^\lambda e^\varepsilon A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha \left(\frac{Co_2}{L}\right)^\lambda \left(\frac{FDI}{L}\right)^\psi \quad \text{ec. (15)}$$

La ecuación (15) se reescribe en forma de logaritmo pues de acuerdo con la sugerencia de **Shahbaz & Sinha (2019)**, de esta manera se obtienen resultados con confiabilidad y consistencia. Además disminuye las escalas y es más sencillo el manejo de los coeficientes en caso de interpretar.

$$\log\left(\frac{Y}{L}\right) = \log(b^\lambda A) + a \log\left(\frac{K}{L}\right) + \lambda \log\left(\frac{Co_2}{L}\right) + \psi \log\left(\frac{FDI}{L}\right) + \varepsilon \quad \text{ec. (16)}$$

Sustituyendo a  $a = \log(b^\lambda A)$

$$\log\left(\frac{Y}{L}\right) = a + a \log\left(\frac{K}{L}\right) + \lambda \log\left(\frac{Co_2}{L}\right) + \psi \log\left(\frac{FDI}{L}\right) + \varepsilon \quad \text{ec. (17)}$$

Reescribiendo la ecuación (17) en forma para el panel.

$$\log\left(\frac{Y}{L}\right)_{it} = a + a \log\left(\frac{K}{L}\right)_{it} + \lambda \log\left(\frac{Co_2}{L}\right)_{it} + \psi \log\left(\frac{FDI}{L}\right)_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (18)}$$

De acuerdo con las ecuaciones (10) y (11), se incorporan a la ecuación (18) los elementos relacionados con los insumos materiales y las emisiones de desechos por lo que se amplía de la siguiente manera:

$$\log\left(\frac{Y}{L}\right)_{it} = a + \alpha_1 \log\left(\frac{K}{L}\right)_{it} + \alpha_2 \log\left(\frac{Co_2}{L}\right)_{it} + \alpha_3 \log\left(\frac{FDI}{L}\right)_{it} + \alpha_4 daem_{it} + \alpha_5 agrn_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec.(19)}$$

Donde el subíndice  $i$  denota los países y  $t$  el tiempo.  $\log\left(\frac{Y}{L}\right)_{it}$  corresponde al logaritmo natural del PIB per cápita.  $\log\left(\frac{Co_2}{L}\right)_{it}$  representa las emisiones de  $Co_2$  per cápita.  $\log\left(\frac{FDI}{L}\right)_{it}$  denota la inversión extranjera directa per cápita.  $\log\left(\frac{K}{L}\right)_{it}$  que representa la formación bruta de capital como aproximación del capital.  $daem_{it}$  representa el daño por emisiones de  $co_2$  como porcentaje del INB (Ingreso Nacional Bruto).  $agr_{it}$  indica el agotamiento de los recursos naturales como porcentaje del INB.

De la misma forma, **Omri et al.(2014)** parten de la ecuación (15) para derivar el modelo para examinar las interacciones entre emisiones de  $Co_2$ , la IED y el PIB. Continuando con la ecuación para la IED, las teorías tomadas como referencia para su planteamiento son la hipótesis del paraíso contaminador y la hipótesis *halo*. La ecuación queda de la siguiente manera.

$$\log\left(\frac{FDI}{L}\right)_{it} = b + \beta_1 \log\left(\frac{Co_2}{L}\right)_{it} + \beta_2 \log\left(\frac{Y}{L}\right)_{it} + \beta_3 com_{it} + \beta_4 fd_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (20)}$$

Donde “com” hace referencia a la variable comercio como porcentaje del PIB como proxy de la apertura comercial. “fd” es el crédito interno al sector privado como porcentaje del PIB que es la variable proxy de desarrollo financiero.

Para la tercera ecuación que integra el sistema de ecuaciones, se tomó como referencia la cka, y queda especificada de la siguiente manera.

$$\log\left(\frac{Co_2}{L}\right)_{it} = c + \gamma_1 \log\left(\frac{FDI}{L}\right)_{it} + \gamma_2 \log\left(\frac{Y}{L}\right)_{it} + \gamma_3 cere_{it} + \gamma_4 com_{it} + \gamma_4 perf_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (21)}$$

Donde “cere” hace referencia al consumo de energía renovable y “perf” es la producción de electricidad a partir de fuentes renovables.

Además, como se ha mencionado, para la elaboración del sistema de las tres ecuaciones se ha de considerar el estructura endógena, mediante la integración de efectos del pasado a través de variables instrumentales como puntualizan **Labra & Torrecillas (2018)**. Por lo que se añade el componente de rezago de cada variable dependiente para cada ecuación.

Dado lo anterior sistema queda finalmente especificado de la siguiente manera por las ecuaciones (22), (23) y (24); las cuales revelan las relaciones que esta investigación tiene como objetivo estudiar.

$$\log(\text{pibpc})_{it} = \alpha_1 \log(\text{co}_2\text{pc})_{it} + \alpha_2 \log(\text{iedpc})_{it} + \alpha_3 \log(\text{pibpc})_{it-1} + \alpha_4 \log(\text{fbcpc})_{it} + \alpha_5 \text{daem}_{it} + \alpha_6 \text{agn}_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (22)}$$

$$\log(\text{iedpc})_{it} = \beta_1 \log(\text{co}_2\text{pc})_{it} + \beta_2 \log(\text{pibpc})_{it} + \beta_3 \log(\text{iedpc})_{it-1} + \beta_4 \text{com}_{it} + \beta_5 \text{fd}_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (23)}$$

$$\log(\text{co}_2\text{pc})_{it} = \gamma_1 \log(\text{iedpc})_{it} + \gamma_2 \log(\text{pibpc})_{it} + \gamma_3 \log(\text{co}_2\text{pc})_{it-1} + \gamma_4 \text{cere}_{it} + \gamma_5 \text{com}_{it} + \gamma_6 \text{pefr}_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{ec. (24)}$$

Donde “co<sub>2</sub>pc” son las emisiones Co<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita), “pibpc” es la variable proxy de crecimiento per cápita (USD\$ a precios constantes del 2010), “iedpc” es la inversión extranjera directa, entrada neta de capital (USD\$ a precios constantes del 2010), “fbcpc” es la formación bruta de capital per cápita (USD\$ a precios constantes del 2010). Estas variables fueron transformadas a términos per cápita. La variable “daem” corresponde al daño por emisión de dióxido de carbono como porcentaje del INB, “agn” es el agotamiento de los recursos naturales como porcentaje del INB, “com” es apertura comercial -exportaciones más importaciones como porcentaje del PIB-, “fd” es a variable proxy de desarrollo financiero como crédito interno al sector privado como porcentaje del PIB de acuerdo con **Abdouli & Hammami (2020)**, “cere” es el consumo de energía renovable como porcentaje del consumo total de energía final y por último “pefr” es la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, excluida la hidroeléctrica como porcentaje del total. Estas variables se conservan en su nivel original.

### 3. Resultados del modelo e interpretación

La metodología original a estimar es **Arellano & Bond (1991)** con el uso de los rezagos correspondientes a las variables dependientes en cada una de las ecuaciones. El modelo se estimó considerando la recomendación de **Cameron & Trivedi (2009)** de usar el método GMM óptimo o en dos etapas para obtener estimadores más eficientes.

De la misma manera para obtener una mejor estimación de los errores estándar estos autores citan a **Windmeijer (2005)** que propone usar la opción `vce(robust)`. Estas mismas ideas son recomendadas por **Labra & Torrecillas (2014)** pues sugieren usar la opción “two step” y errores estándar robustos para ganar eficiencia en los estimadores.

#### 3.1. Resultados del modelo

Los resultados obtenidos para ambas estimaciones se presentan el cuadro 3. Se incluyen las tres ecuaciones que conforman el sistema para cada grupo. Se reitera que el grupo 1 corresponde a los países desarrollados y el grupo 2 a los países en desarrollo, de acuerdo con el criterio mencionado. Se incluyen, también, las pruebas de correcta especificación. Para el

siguiente punto se realiza la interpretación de los coeficientes obtenidos para cada una de las ecuaciones.

**Cuadro 3**  
**Resultados obtenidos**

Ecuación/ variables	Ecuación log PIB per cápita		Ecuación Log Inversión Extranjera Directa per cápita		Ecuación Log Emisiones Co <sub>2</sub> per cápita	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Lpibpc			0.5771**	0.61659**	0.19566***	0.0032
Lpibpc <sub>t-1</sub>	0.9041***	0.93004***				
Liedpc	0.01585***	0.00040			0.00954	-0.01454
Liedpc <sub>t-1</sub>			-0.02514	0.4699***		
Lco <sub>2</sub> pc	-0.0344***	-0.05014**	4.525 ***	0.8393		
Lco <sub>2</sub> pc <sub>t-1</sub>					0.10086	1.033***
Log capital	0.09903***	0.07999**				
Daño de emisiones de Co <sub>2</sub>	0.01619***	0.03228**				
Agotamiento de los recursos naturales	-0.00041	-0.00026				
Comercio			0.0016	0.01423*	-0.0005047	0.00071
Desarrollo financiero			-0.0267**	-0.02348		
Consumo de energía renovable					-0.02483***	0.0018
Producción de energía a partir de fuentes renovables					0.0010525	-0.00118**
# de instrumentos	53	29	29	28	30	31
# de grupos	67	35	48	35	67	35
<b>Prueba F</b>	F(6,67)= 1.42+06 Pr>F=0.000	F(6,35)=320715.6 Pr>F=0.000	F(5,48)= 164.72 Pr>F=0.000	F(5,35)=1254.9 Pr>F=0.000	F(6,67)=298.04 Pr>F=0.000	F(6,35)=3195.46 Pr>F=0.000
<b>Prueba Arellano- Bond</b>	Ar(1) z=-4.10 Pr>z = 0.00 Ar(2) z=-3.22 Pr>z=0.001	Ar(1) z=-2.88 Pr>z = 0.004 Ar(2) z=0.63 Pr>z=0.530	Ar(1) z=-2.54 Pr>z = 0.011 Ar(2) z=0.02 Pr>z=0.981	Ar(1) z=-2.26 Pr>z = 0.024 Ar(2) z=1.08 Pr>z=0.325	Ar(1) z=-1.67 Pr>z = 0.094 Ar(2) z=-0.12 Pr>z=0.906	Ar(1) z=-3.34 Pr>z = 0.001 Ar(2) z=-0.53 Pr>z=0.595
<b>Prueba de Hansen</b>	Chi2(47)=59.46 Pr>z = 0.105	Chi2(23)=24.14 Pr>z = 0.396	Chi2(24)=32.67 Pr>z = 0.111	Chi2(23)=25.5 Pr>z = 0.325	Chi2(24)=34.01 Pr>z = 0.085	Chi2(25)=28.95 Pr>z = 0.266
<b>Observaciones</b>	Para la consideración de la variable rezagada se considere un lag (1 2) y un iv adicional (rtn).	Es la misma estructura, pero sin los lags adicionales del rezago ni el iv adicional.	Fue utilizado como iv adicional la variable de tipo de cambio real	No fue utilizado como iv adicional tore por datos faltantes	Fue utilizado como iv adicional (luden). La prueba de autocorrelación se valida al 10%	Se usaron como iv adicionales- luden y lfbcpc

\*, \*\*, \*\*\* , indican significancia a los niveles de 10%, 5% y 1% respectivamente.

**Fuente:** Elaboración propia.

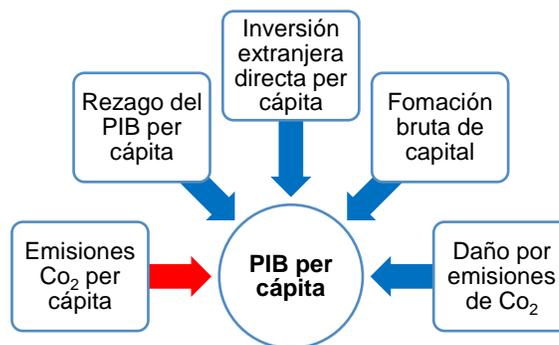
### 3.2. Interpretación y contraste de los resultados obtenidos

En este punto se realizará la interpretación del modelo. Como se mencionó anteriormente, la muestra fue dividida en dos grupos; en primer lugar se realiza la interpretación para el grupo 1, los países desarrollados, y en segundo lugar para el grupo dos, los países en desarrollo. Debido a que es un modelo de datos panel dinámico de **Arellano & Bond (1991)** la interpretación se realiza según los signos obtenidos y no sobre el coeficiente aun siendo un modelo log - log. En otras palabras, la interpretación se realiza de acuerdo con los signos poniendo énfasis en las variables dependientes en cada ecuación y realizando el contraste con los resultados de las investigaciones del marco de referencia.

#### 3.2.1. Grupo 1, países desarrollados

Dentro del grupo uno, para la ecuación donde el PIB per cápita es la variable dependiente se encuentra que los valores rezagados del PIB tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales. Además, la IED per cápita; la formación bruta de capital y el daño por emisiones de  $\text{CO}_2$  también presentaron un impacto positivo en la variable dependiente. Por el contrario, y posiblemente relacionado con el grado de desarrollo de los países que comprenden la muestra, las emisiones de  $\text{CO}_2$  tienen un impacto negativo en el PIB. Esta relación también fue encontrada en las investigaciones de **Omri et al. (2014)**, **Abdouli & Hammami (2017c)** y **(2020)**. En la siguiente figura se resumen de manera gráfica las relaciones de las variables que comprenden el sistema de esta investigación.

Figura 2



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 las flechas de color azul representan el impacto positivo que las variables explicativas tienen hacia la variable dependiente PIB per cápita y la flecha en color rojo el impacto negativo de ésta hacia la misma. Se ha de resaltar que de acuerdo con las hipótesis utilizadas y

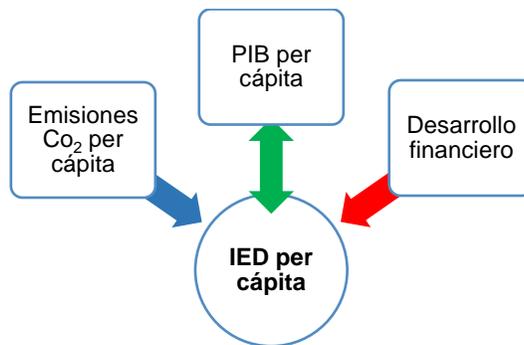
señaladas en el marco de referencia, de primera vista se puede observar que la IED aumenta la producción pero a su vez esta se ve disminuida por las emisiones de  $\text{CO}_2$ . En otras palabras, la IED es un factor que impulsa la producción de los países desarrollados, sin embargo, el impacto que las emisiones de  $\text{CO}_2$  tienen en el medio ambiente de estos es un desincentivo para el crecimiento. La razón que exponen los autores mencionados es que el daño ambiental puede evitar que los posibles inversores extranjeros se comprometan y, por lo tanto, ralentizar el crecimiento económico.

En cuanto al valor rezagado de la variable PIB per cápita, se concluye que existe una persistencia en el tiempo de la misma, por lo que lo que el crecimiento guarda una estrecha relación con sus valores pasados. En otras palabras, se observa que el PIB per cápita está influido, positiva y significativamente por sus rezagos. Este mismo resultado se puede apreciar en las investigaciones de **Omri et al. (2014)** y **Abdouli & Hammami (2017c)**.

Para la prueba de correcta especificación para este tipo de modelos, en la prueba de Hansen no se rechaza la hipótesis nula por lo que las restricciones de sobreidentificación son válidas. Por otro lado para la prueba de autocorrelación se para los órdenes se rechazó la hipótesis nula para el orden uno y dos.

Para la segunda ecuación del sistema de esta investigación, donde la variable dependiente es la IED per cápita, las variables explicativas que tienen un efecto positivo sobre ésta resultaron ser las emisiones de  $\text{CO}_2$  y el PIB per cápita. En seguimiento a la relación encontrada arriba, sobre el impacto positivo que la IED tiene sobre el PIB per cápita, se observa que existe un impacto bidireccional, pues en esta ecuación el PIB per cápita también influye de manera positiva en la IED. Esta relación se señala en la figura 3 con una flecha en color verde.

**Figura 3**

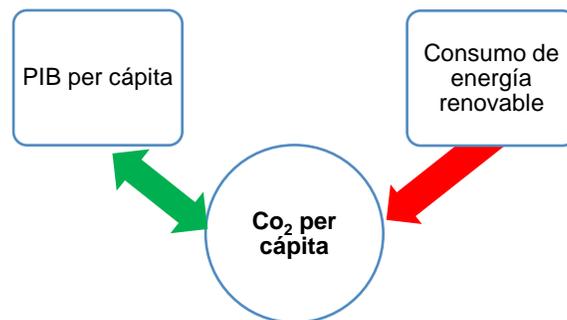


**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura se ilustran las relaciones encontradas. El desarrollo financiero tiene un impacto negativo hacia la IED, resultado similar en **Abdouli & Hammami (2020)** y contrario al resultado obtenido por **Omri et al. (2014)** donde esta relación es positiva. Esta relación arrojada por el sistema da cuenta que los países desarrollados se enfocan en sectores con un impacto menor en el medio ambiente a través del desarrollo financiero, sin embargo, estos no dejan de lado totalmente las actividades productivas con emisiones de  $\text{Co}_2$ . Para las pruebas de correcta especificación, en la prueba de Hasen no se rechaza la hipótesis nula y para la prueba de autocorrelación únicamente existe correlación en el orden dos, lo que lleva a la conclusión de que esta ecuación está correctamente especificada.

Con relación a la tercera ecuación de este primer grupo, donde la emisión de  $\text{Co}_2$  per cápita es la variable dependiente, los resultados demuestran que la variable que impactan de manera positiva sobre las emisiones, es el PIB pc. Esta relación se observa también en las investigaciones de **Nadeem et al., (2020)**, **Asghari (2013)**, **Sapkota & Bastola (2017)**, **Solarin & Al-Mulali (2018)**, **Laverde et al., (2015)**, **To et al., (To et al., 2019)**, **Sun et al., (2019)** y **Shahbaz et al., (2019)**. Esto da como resultado el impacto bidireccional positivo entre el PIB y las emisiones de  $\text{Co}_2$  per cápita. Por otro lado, la variable consumo de energía renovable evidenció un impacto negativo hacia las emisiones de  $\text{Co}_2$ . Estos resultados se ilustran en la siguiente figura.

**Figura 4**



**Fuente:** Elaboración propia.

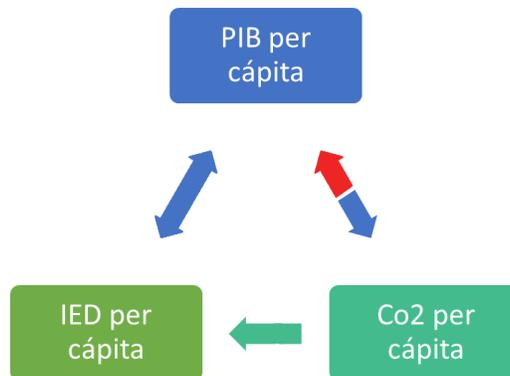
Ahora se puede observar – flecha de color verde- una relación bidireccional entre las emisiones de  $\text{Co}_2$  y el PIB per cápita. Relación encontrada de manera análoga en las investigaciones de **Kim (2019)**, **Abdouli & Hammami (2017b)**. En tanto, para la variable de consumo de energía renovable se comprueba un impacto negativo hacia las emisiones de  $\text{Co}_2$ . Esto es, el consumo de energías renovables efectivamente tiene un efecto al desincentivar la emisión de este gas, dado que el uso de otro tipo de energías cumple con su objetivo de disminuir el impacto en el

medio ambiente. En cuanto a las pruebas de correcta especificación, en la prueba de Hansen no se rechaza la hipótesis nula, y para la prueba de autocorrelación se obtuvo que únicamente existe correlación en el orden dos, por lo que se concluye que el modelo está correctamente especificado y los resultados son interpretables.

En resumen, gráficamente podemos ilustrar las principales relaciones encontradas en nuestro primer sistema de ecuaciones para el grupo 1 de la siguiente manera. Se engloba las relaciones entre las variables de interés en el sistema para los países desarrollados.

**Figura 5**

**Resumen de las relaciones encontradas en el grupo 1**



**Fuente:** Elaboración propia.

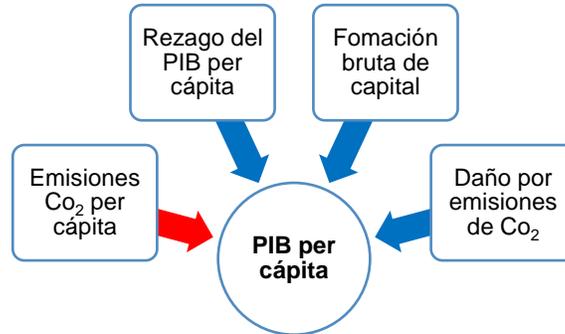
En síntesis, se puede mencionar que existe un impacto bidireccional entre las variables del PIB per cápita y las emisiones de Co<sub>2</sub>, que es negativa y positiva; una relación en ambos sentidos entre PIB per cápita y la IED; y una relación unidireccional que va de las emisiones de Co<sub>2</sub> a la IED.

### **3.2.2. Grupo 2, países en desarrollo**

Por otro lado, para las ecuaciones del sistema que comprende las economías en desarrollo, etiquetadas como el grupo 2, los resultados son presentados en esta sección. En primer lugar para la ecuación donde el PIB per cápita es la variable dependiente, las variables explicativas que tiene un impacto positivo hacia ésta son, el rezago de los valores de la propia variable PIB per cápita, la formación bruta de capital, y el daño por emisiones de Co<sub>2</sub>; en contraste la variable

emisión de  $\text{CO}_2$  presenta un impacto negativo hacia el PIB per cápita. A continuación se ilustran en la **figura 6** las relaciones encontradas.

**Figura 6**



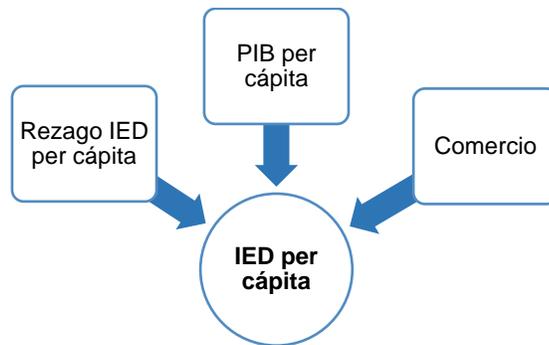
**Fuente:** Elaboración propia.

A diferencia del impacto que la IED tuvo en la ecuación del grupo 1, en este grupo 2 la IED no resultó estadísticamente significativa para la ecuación del PIB per cápita. Por otro lado, la persistencia en el tiempo de la variable fue significativo; este resultado es similar al obtenido en las investigaciones de **Omri et al.,(2014)** y **Abdouli & Hammami (2017c)** que mencionan que los valores rezagados del PIB tiene un impacto positivo sobre sus valores actuales. La otra variable que presenta un impacto positivo es la formación bruta de capital, resultados similar al obtenido por **Omri et al., (2014)** y **Abdouli & Hammami (2020)**.

Al igual que en el grupo 1, la variable “daño por emisiones de  $\text{CO}_2$ ” tuvo un impacto significativo y positivo hacia el PIB per cápita. Esto da cuenta que se antepone el crecimiento a pesar del daño que las emisiones provocan en el medio ambiente de las economías en desarrollo. Por lo que se puede entrever que a pesar de conocer el impacto que los procesos productivos tienen hacia la degradación del medio ambiente, estos son disminuidos con el objetivo de mantener el ritmo del crecimiento.

En relación a la ecuación dos, donde la IED per cápita es la variable dependiente para el grupo dos, las variables que resultaron ser estadísticamente significativa son los valores rezagados de la misma variable IED per cápita y el PIB per cápita; resultados semejantes a los obtenidos en la investigación de **Omri et at. (2014)**. Además, la variable explicativa titulada como comercio que es la variable *proxy* de apertura comercial, resultó tener un impacto positivo para la variable dependiente. Estas relaciones se ilustran a continuación en la **figura 7**.

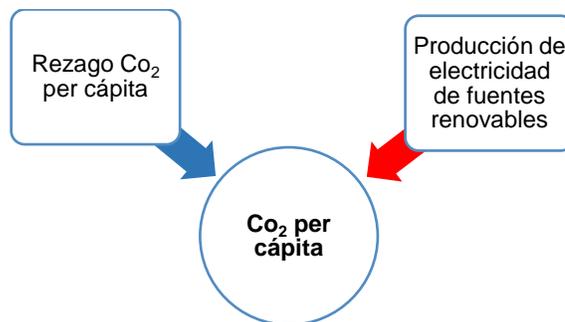
**Figura 7**



**Fuente:** Elaboración propia.

En relación a la tercera ecuación del sistema de este segundo grupo, donde la variable dependiente son las emisiones de  $\text{Co}_2$  per cápita, las variables que tienen un impacto en esta son los valores rezagados de la propia variable; resultados semejante como en las investigaciones de **Omri et al. (2014)**, **Abdoui & Hammami (2017b)**. Además, la variable producción de electricidad de fuentes renovables presentó un impacto negativo hacia las emisiones de  $\text{Co}_2$ , impacto que se esperaba. Por su lado, **Sung et al.,(2018)**, menciona en su investigación que las prácticas de producción limpia tienen un impacto negativo y estadísticamente significativo en las emisiones de  $\text{Co}_2$ ; lo que concuerda con los resultados obtenidos.

**Figura 8**

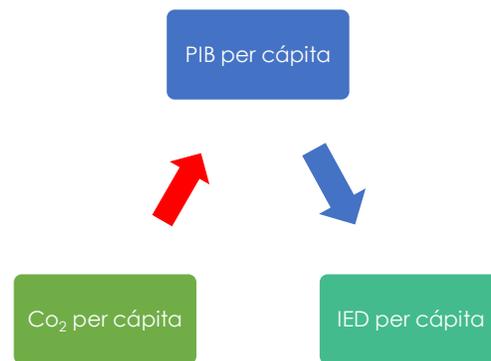


**Fuente:** Elaboración propia.

Para las tres ecuaciones se pasan las pruebas de autocorrelación y Hansen, correspondientes a la correcta especificación. A continuación se resumen las relaciones encontradas en las tres principales variables.

**Figura 9**

**Resumen de las relaciones en el grupo 2**



**Fuente:** Elaboración propia.

En resumen, solamente se obtuvo una relación unidireccional para las ecuaciones del PIB per cápita y de la IED. Esto es, las emisiones de  $\text{Co}_2$  tienen un impacto negativo en el crecimiento económico y el PIB per cápita incentiva la inversión.

#### **4. Conclusiones**

Esta investigación tuvo el objetivo de explorar el efecto que existe entre las emisiones de  $\text{Co}_2$ , la inversión extranjera directa y el crecimiento económico; estudiar las relaciones de endogeneidad existentes entre estas variables, además de contrastar los impactos entre ellas para los países desarrollados y en desarrollo. Los dos grupos de economías que conforman la muestra de los 102 países fueron organizados de acuerdo con el nivel de ingresos que reporta el Banco Mundial para el año de 2019. El periodo de estudio abarcó de 2005 a 2014. Para esto se aplicó un panel dinámico con la metodología de **Arellano & Bond (1991)**, la cual facilita la obtención de variables instrumentales, al incluir rezagos de la misma variable dependiente. La redacción de las conclusiones se divide en tres partes, en una primera parte, se comentan las relaciones encontradas para las tres principales variables de estudio en esta investigación; en segundo

lugar su persistencia en el tiempo y en tercer lugar se realizar el análisis de las variables propuestas como complementos del modelo en la parte más ambiental.

En primer lugar, se tuvo que desistir de la idea de incluir en el sistema de las tres ecuaciones, la CKA, el término cuadrado y cubico del PIB per cápita en la ecuación donde la variable dependiente son las emisiones de  $\text{Co}_2$ , debido a que no se obtuvieron resultados consistentes con la teoría de la CKA. Además, los resultados no aprobaban las pruebas para la metodología utilizada. Por otro lado, como parte de la inclusión dentro de la función de producción Cobb-Douglas como parte del enfoque ambiental, la variable daño por emisión de  $\text{Co}_2$ , resultó para los paneles de ambos grupos estadísticamente significativa. Por lo que se puede concluir que la sugerencia de incluirla como parte del análisis del sistema resultó adecuada para la especificación de este modelo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el sistema de ecuaciones, para el panel del grupo1, el cual comprende las economías desarrolladas; se pudo comprobar que existe **una relación positiva y significativa que va de la variable PIB per cápita hacia las emisiones de  $\text{Co}_2$** , relación encontrada en las investigaciones de Paziienza (2019), Al-mulali & Foon Tang (2013), Kim (2019), Sapkota & Bastola (2017), Solarin & Al-Mulali (2018), To *et al.* (2019), Sun *et al.* (2019), Shahbaz & Sinha (2019), Nadeem *et al.*(2020), Asghari (2013), Abdouli *et al.* (2018), Shaari *et al.*(2014) Shahbaz *et al.* (2015), Abdouli & Hammami (2017b) y Abdouli & Hammami (2020). Esto es, la generación del PIB per cápita tiene un impacto directo en las emisiones de  $\text{Co}_2$ .

Asimismo, se obtuvo una relación negativa y significativa que va en el sentido inverso entre las dos variables arriba mencionadas. Es decir, **existe un impacto negativo de las emisiones de  $\text{Co}_2$  hacia el PIB per cápita**. Esta relación también fue encontrada en la investigación de Omri *et al.* (2014) y Abdouli & Hammami (2017b). Con estos dos resultados se forma una relación causal bidireccional entre el crecimiento económico y las emisiones de  $\text{Co}_2$ . Por otro lado, los resultados demuestran que **existe un impacto positivo y significativo del PIB per cápita hacia la IED**; y de igual manera se observa esta misma relación **en sentido inverso**, en otras palabras, **existe un impacto positivo y significativo que va de la IED hacia el crecimiento**, cuyos resultados son similares a como en Omri *et al.* (2014) y Abdouli & Hammami (2017b). Por último, el modelo de este primer grupo dio evidencia de la existencia de una **relación unidireccional que va de las emisiones de  $\text{Co}_2$  a la IED**; resultados similar al de Abdouli & Hammami (2020) y contrario al de los obtenidos por Abdouli & Hammami (2017b) y Omri *et al.* (2014) cuyo impacto es negativo.

Estas relaciones obtenidas evidencian un escenario para las economías con un grado más alto de desarrollo. Se puede observar un ciclo que se implica la dirección en un sentido, esto es, la entrada de IED fomenta el crecimiento el cual tiene implicaciones al medio ambiente y esta última incentivará la propia inversión. Una contradicción, pues a pesar de ser un grupo de economías que busca el crecimiento constante, reconocen como freno de mano a las emisiones de  $\text{CO}_2$ , pues esta última variable afecta su capacidad productiva aun considerando el costo del daño debido a las emisiones de dióxido de carbono. Un punto a resaltar en este primer grupo de economías, es el hecho de la existencia bidireccional entre el crecimiento y la inversión. Esta relación, como se desarrolló en la parte del marco de referencia, se puede denominar como un efecto *halo*, sin embargo, las emisiones de  $\text{CO}_2$  desincentivan ese mismo crecimiento.

En cuanto al aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  se dio cuenta de la existencia bidireccional entre estas y la variable proxy de crecimiento económico, el PIB. En la primera relación se había mencionado que las emisiones afectaban el crecimiento del PIB y en esta el PIB incrementa las emisiones de  $\text{CO}_2$ . Una relación que se esperaría debido a que el uso de mayor carga productiva y recursos fomenta los desechos o las externalidades de esta, en este caso las emisiones.

Algo importante que mencionar de esta última ecuación del grupo1, es el interés de frenar el aumento de las emisiones con el uso de energías renovables. Como se pudo notar en la significación de la variable de consumo de energías renovables.

En cuanto al escenario del grupo 2, relativo a las economías catalogadas como en desarrollo, y derivado de las relaciones entre las tres principales variables del modelo, solamente se pudo obtener dos relaciones. Por un lado, las emisiones tienen un impacto negativo en la productividad, relación similar obtenida en las investigaciones de Abdouli & Hammami (2020), Abdouli & Hammami (2017b) y Omri *et al.* (2014). La otra relación obtenida en el modelo, el crecimiento incentiva la inversión, también fue comprobada por y Abdouli & Hammami (2020). Finalmente, no fue posible comprobar **ningún tipo de relación entre las emisiones de  $\text{CO}_2$  y la inversión**, y esta misma conclusión se puede encontrar en los trabajos de Haug & Ucal (2019), Kim (2019) y Shaari *et al.* (2014).

En cuanto a la persistencia de las propias variables, se comprobó que para el modelo de los países desarrollados el valor rezagado de las emisiones de  $\text{CO}_2$ , el PIB per cápita y la IED impacta sobre su valor actual, resultados similares encontrados en las investigaciones de Omri *et al.* (2014) y Abdouli *et al.* (2018); mientras que para los países en desarrollo, solamente se pudo observar esta persistencia para los valores rezagados del PIB per cápita, como en Abdouli

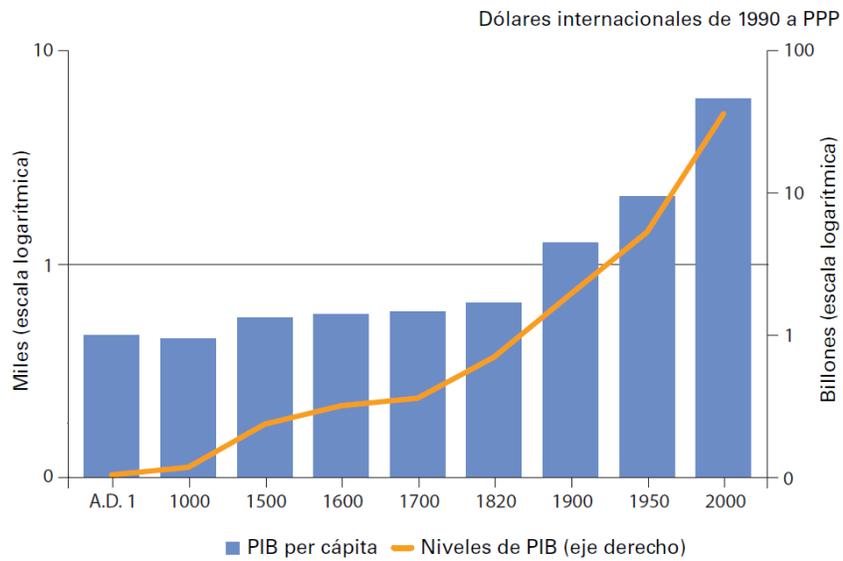
*et al.* (2017c). Estos mismos autores, concluyeron que estas persistencia en los valores actuales de la variables sugieren una tendencia creciente de estas en el tiempo, lo que puede dar cuenta de perseguir el crecimiento constante y minimizando las consecuencias.

A pesar de lo anterior, no todo indica que el interés únicamente se centra en un crecimiento constante, pues dentro de las variables que se consideraron como parte de la función de producción con un enfoque de la economía ambiental; consumo de energía renovable y producción de electricidad a partir de fuentes renovables, se obtuvieron resultados interesantes. El impacto, tanto para los países desarrollados como en desarrollo, fue negativo y significativo para las emisiones de  $\text{CO}_2$ , por lo que se puede deducir que en ambos tipos de economías existen alternativas en los procesos productivos los cuales tienen el propósito de aminorar su huella en la degradación del medio ambiente.

Dado lo anterior, se concluye que los escenarios son distintos, debido a la naturaleza de sus actividades económicas principalmente. Además, una limitante del análisis de esta investigación fue discriminar el tipo de inversión incluida en el sistema de ecuaciones debido al tiempo con el que se contaba y el acceso a la información, sin embargo, se podría enriquecer esta parte como un aporte para una investigación a futuro. De igual manera, y como un punto de referencia para robustecer más los resultados de esta investigación, **United Nations (2020)** señala que el PIB es el parámetro más utilizado para medir la prosperidad y el rendimiento económico, pero no revela nada sobre cómo se distribuye el ingreso dentro de un país, ni sobre los efectos de la actividad económica en los recursos naturales y el medio ambiente, por lo que ampliar la visión del análisis para tener en cuenta variables críticas como el índice de Gini, podría fortalecer esta investigación, sin embargo, a pesar de incluir esta idea por la falta de información no se pudo concretar.

## Anexos

### 1. Evolución del PIB mundial y el PIB per cápita en los últimos 2000 años



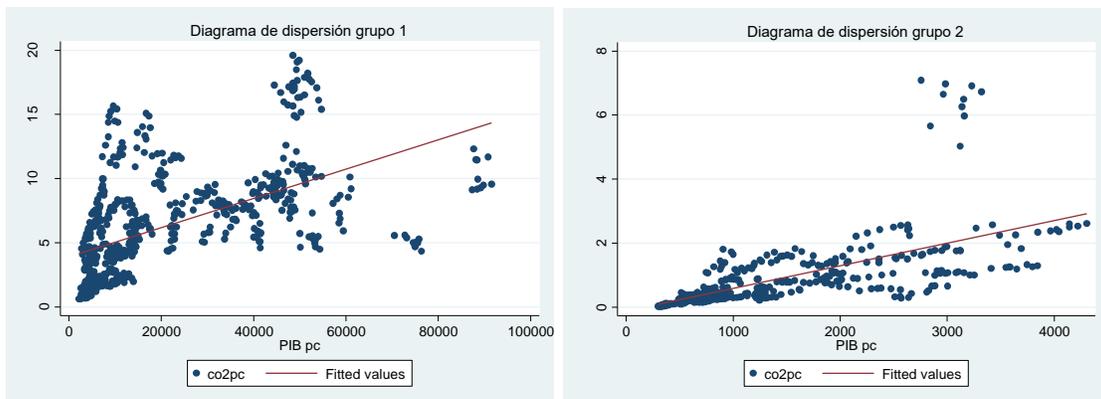
Fuente: Maddison, Angus. 2007. *Contours of the World Economy. 1-2030 AD*. Oxford, R.U. Oxford University Press.

Nota: PPP= paridad del poder adquisitivo

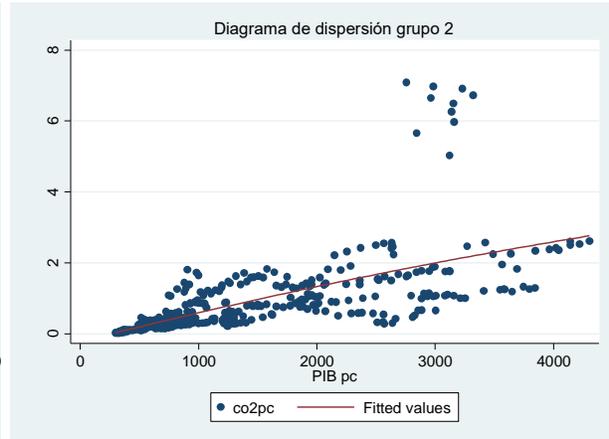
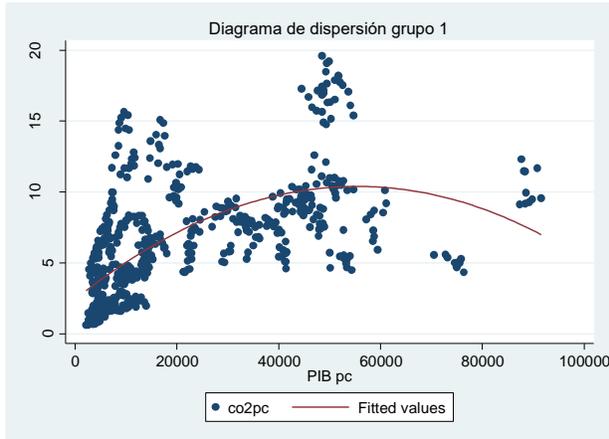
### 2. Graficas de correlación entre variables principales

#### 1. Relación entre PIB per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub>

##### Ajuste lineal



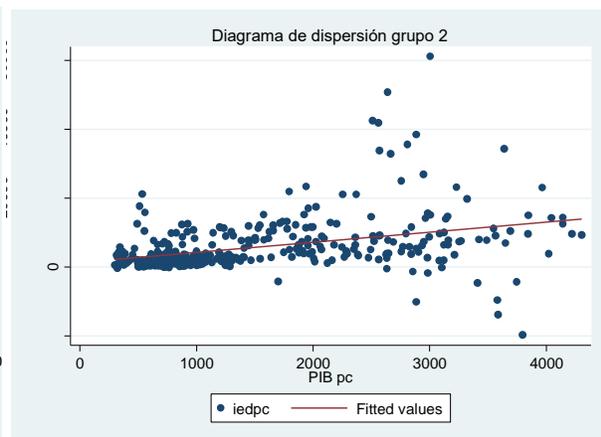
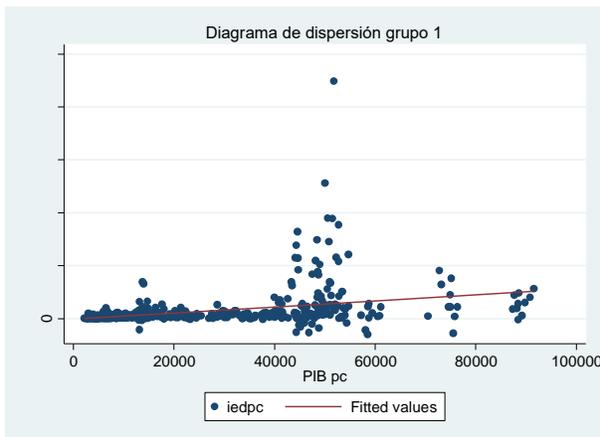
## Ajuste cuadrático



Fuente: Elaboración propia.

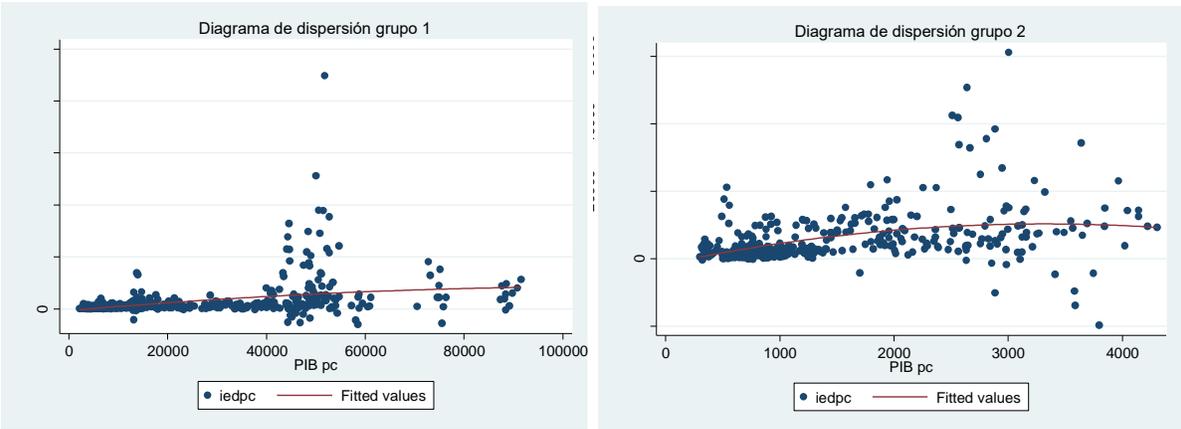
## I. Relación entre PIB per cápita e IED per cápita

### Ajuste lineal



Fuente: Elaboración propia.

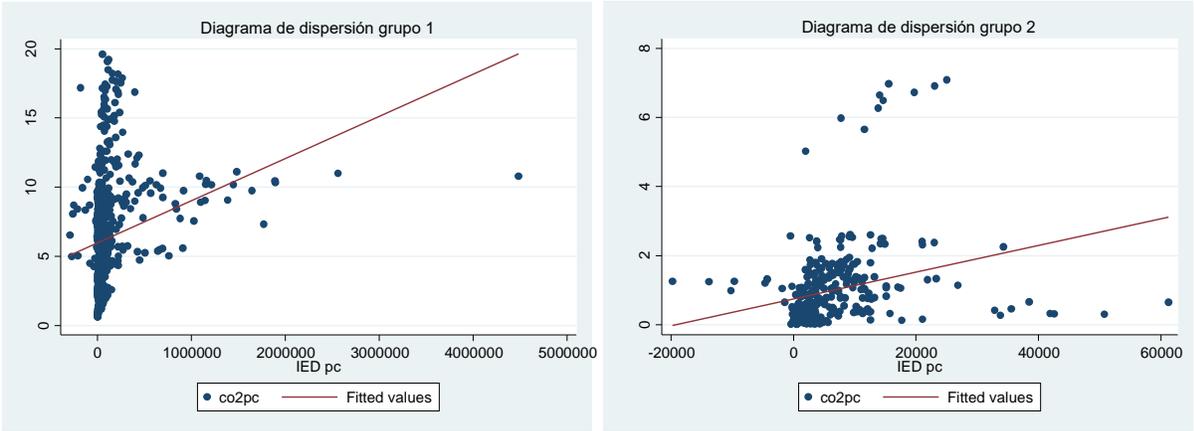
Ajuste cuadrático



Fuente: Elaboración propia.

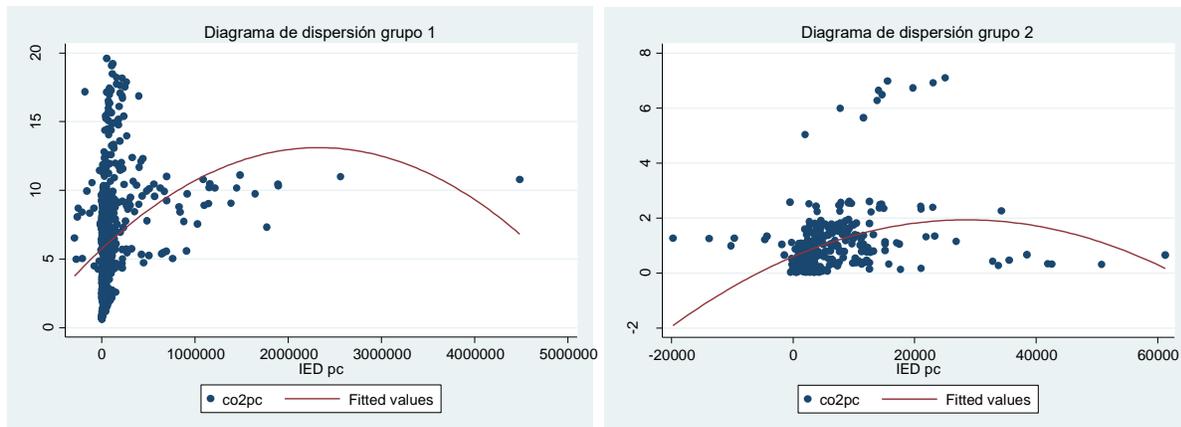
II. Relación entre IED per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita

Ajuste lineal



Fuente: Elaboración propia.

## Ajuste cuadrático



Fuente: Elaboración propia.

### 3. Relación y clasificación de los países

Se presenta la relación de los países de la muestra seleccionada y su clasificación de acuerdo con la clasificación del Banco mundial y el nivel de desarrollo. Donde para nivel 1 es ingreso alto, 2 ingreso medio alto, 3 ingreso medio bajo y 4 ingreso bajo; esto según la última clasificación del Banco Mundial de junio 2019; y para desarrollo, 1 es para países desarrollados y 2 para países en desarrollo.

id	Nombre del país	nivel	desarrollo
1	Alemania	1	1
2	Australia	1	1
3	Austria	1	1
4	Bélgica	1	1
5	Canadá	1	1
6	Chile	1	1
7	Corea, República de	1	1
8	Croacia	1	1
9	Dinamarca	1	1
10	Eslovenia	1	1
11	España	1	1

12	Estados Unidos	1	1
13	Estonia	1	1
14	Finlandia	1	1
15	Francia	1	1
16	Grecia	1	1
17	Hungría	1	1
18	Irlanda	1	1
19	Israel	1	1
20	Italia	1	1
21	Japón	1	1
22	Noruega	1	1
23	Nueva Zelandia	1	1

<b>24</b>	Panamá	1	1
<b>25</b>	Países Bajos	1	1
<b>26</b>	Polonia	1	1
<b>27</b>	Portugal	1	1
<b>28</b>	Reino Unido	1	1
<b>29</b>	República Eslovaca	1	1
<b>30</b>	República Checa	1	1
<b>31</b>	Suecia	1	1
<b>32</b>	Suiza	1	1
<b>33</b>	Uruguay	1	1
<b>34</b>	Albania	2	1
<b>35</b>	Argelia	2	1
<b>36</b>	Argentina	2	1
<b>37</b>	Armenia	2	1
<b>38</b>	Azerbaiyán	2	1
<b>39</b>	Belarús	2	1
<b>40</b>	Bosnia y Herzegovina	2	1
<b>41</b>	Botswana	2	1
<b>42</b>	Brasil	2	1
<b>43</b>	Bulgaria	2	1
<b>44</b>	China	2	1
<b>45</b>	Colombia	2	1
<b>46</b>	Costa Rica	2	1
<b>47</b>	Ecuador	2	1
<b>48</b>	Federación de Rusia	2	1
<b>49</b>	Gabón	2	1
<b>50</b>	Guatemala	2	1
<b>51</b>	Irán, República Islámica del	2	1
<b>52</b>	Jordania	2	1
<b>53</b>	Jamaica	2	1
<b>54</b>	Kazajstán	2	1
<b>55</b>	Macedonia del Norte	2	1
<b>56</b>	Malasia	2	1
<b>57</b>	México	2	1
<b>58</b>	Namibia	2	1
<b>59</b>	Paraguay	2	1
<b>60</b>	Perú	2	1
<b>61</b>	República Dominicana	2	1
<b>62</b>	Rumania	2	1
<b>63</b>	Sri Lanka	2	1
<b>64</b>	Sudáfrica	2	1
<b>65</b>	Tailandia	2	1
<b>66</b>	Venezuela	2	1

<b>67</b>	Turquía	2	1
<b>68</b>	Angola	3	2
<b>69</b>	Bangladesh	3	2
<b>70</b>	Bolivia	3	2
<b>71</b>	Camboya	3	2
<b>72</b>	Camerún	3	2
<b>73</b>	Congo, República del	3	2
<b>74</b>	Côte d'Ivoire	3	2
<b>75</b>	Egipto, República Árabe de	3	2
<b>76</b>	El Salvador	3	2
<b>77</b>	Filipinas	3	2
<b>78</b>	Ghana	3	2
<b>79</b>	Honduras	3	2
<b>80</b>	India	3	2
<b>81</b>	Indonesia	3	2
<b>82</b>	Kenya	3	2
<b>83</b>	Kirguistán	3	2
<b>84</b>	Marruecos	3	2
<b>85</b>	Nicaragua	3	2
<b>86</b>	Nigeria	3	2
<b>87</b>	Pakistán	3	2
<b>88</b>	República de Moldova	3	2
<b>89</b>	Senegal	3	2
<b>90</b>	Túnez	3	2
<b>91</b>	Ucrania	3	2
<b>92</b>	Viet Nam	3	2
<b>93</b>	Zimbabwe	3	2
<b>94</b>	Benin	4	2
<b>95</b>	Congo, República Democrática del	4	2
<b>96</b>	Haití	4	2
<b>97</b>	Mozambique	4	2
<b>98</b>	Nepal	4	2
<b>99</b>	Níger	4	2
<b>100</b>	Tanzanía	4	2
<b>101</b>	Tayikistán	4	2
<b>102</b>	Togo	4	2

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Cuadro de las Teorías de referencia

Relación	Hipótesis	Autores	Periodo de estudio	Año de publicación	Muestra	Variable dependiente	Variables explicativas	Metodología propuesta	Metodología interpretada	Relaciones encontradas
IED y emisiones de Co2	Hipótesis efecto Halo	Alfred A. Haug, Meltem Ucal	1974-2014	2019	Turquía	Co <sub>2</sub> per cápita Intensidad de Co <sub>2</sub> per cápita	IED Exportaciones Importaciones PIB neto	NARDL Modelos de rezagos distribuidos no lineal ARDLModelo de rezagos distribuidos	NARDL para Co <sub>2</sub> per cápita	La disminución de las exportaciones reales per cápita reduce las emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita. Los aumentos en las importaciones conducen a aumentos en las emisiones.
	Hipótesis efecto Halo	Pazienza P.	1989-2016	2019	30 países de la OCDE	Co <sub>2</sub> per capita	PIB per cápita PIB per cápita al cuadrado Flujos de IED per cápita Flujos de IED per cápita al cuadrado Formación bruta de capital PIB sectorial/ PIB total (Exportaciones+Importaciones)/PIB total Áreas protegidas Promedio de años de escuela.	OLS Panel de efectos fijos y aleatorios	OLS FE RE	El nivel de desarrollo financiero y el grado de urbanización tienen un impacto significativo sobre la intensidad de las emisiones de CO <sub>2</sub> . Las exportaciones e importaciones son estadísticamente no significativas sobre la intensidad de las emisiones de CO <sub>2</sub> . La IED es no estadísticamente significativa sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> .
	Hipótesis efecto Halo									La IED tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> . El PIB tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> . El nivel de capitalización tiene un efecto positivo y significativo sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> . La relevancia del sector manufacturero tiene un impacto significativo y negativo sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> . La apertura de mercado tiene un impacto significativo y positivo sobre las emisiones de CO <sub>2</sub> .

	Hipótesis efecto Halo	Sung B., Song W., Park S.,	2002 - 2015	2018	28 ramas del sector manufacturero en China	Emissiones de Co <sub>2</sub>	Flujos de IED PIB industrial Apertura industrial Stock de capital interno neto Dummy anual	GMM System	GMM System	Hipótesis Halo, la IED tiene un impacto negativo y significativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El stock de capital fijo neto interno tiene un impacto positivo y significativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Las prácticas de producción limpia tienen un efecto negativo y significativo en las emisiones de Co <sub>2</sub> . El ingreso industrial tiene un efecto significativo y negativo en las emisiones de Co <sub>2</sub> . Las emisiones de Co <sub>2</sub> de un período anterior tienen efectos positivos sobre las emisiones en el período actual.
	Hipótesis efecto Halo	Al-mulali U. & Tang C.	1980 - 2009	2013	Países del consejo de cooperación del Golfo	Log emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita	log IED real per cápita log consumo de energía per cápita log PIB real per cápita	FMOLS	Fully Modified OLS	El consumo de energía per cápita y el PIB real per cápita tienen un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED real per cápita tiene un efecto negativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Rechazan la PHH
	Hipótesis Halo Hipótesis de la CKA	Kim S.	1980 - 2013	2019	57 economías en desarrollo	Log emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita	log consumo de energía per cápita log de la IED interna log de PIB per cápita log del PIB per cápita al cuadrado	Causalidad de Granger VECM GLS	Test de causalidad de Granger	No existe una causalidad directa a corto plazo de la IED a las emisiones de Co <sub>2</sub> , pero sí una causalidad indirecta de la IED a las emisiones de Co <sub>2</sub> (la IED causa PIB y el PIB causa Co <sub>2</sub> ). Existe una causalidad bidireccional de corto plazo entre el PIB y las emisiones de Co <sub>2</sub> . No existe una causalidad indirecta de corto plazo de la IED a las emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una causalidad directa del consumo de energía a las emisiones de Co <sub>2</sub> .
									FMLOS	El PIB tiene un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . (Hipótesis halo) Se comprueba la CKA.
									Panel Mínimos cuadrados generalizados GLS	El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El PIB tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . (Hipótesis Halo). Se comprueba la CKA.
	Hipótesis del paraíso contaminador Hipótesis de la CKA	Sapkota & Bastola	1980 - 2010	2017	14 países de Latinoamérica	Emissiones de Co <sub>2</sub> per cápita	Stock de IED PIB per cápita PIB per cápita al cuadrado Uso de energía per cápita Formación de capital fijo Densidad de población Tasa de desempleo Capital Humano	FE, RE panel GLS	GLS RE	EL stock de capital tiene un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El PIB tiene un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Además comprueba la CKA, dado que el coeficiente del PIB cuadrado resulta negativo. El uso de energía, la densidad de población, la tasa de desempleo y el capital humano tienen un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .

Hipotesis del paraíso contaminador	Solarin & Al-Mulali	1982 -2013	2018	20 países en desarrollo y desarrollados	Huella ecológica per cápita Emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita Huella de carbón per cápita	PIB per cápita Población urbana como porcentaje de la población total Uso de energía IED (flujos netos)	Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology (STRIPAT).	Estimador de grupo medio de efecto correlacionado común (CCEMG) de Pesaran. Método de grupo medio aumentado.	Existe un impacto positivo del PIB real sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La urbanización tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .  El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe un impacto negativo de la IED sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .  Además realiza la distinción entre tipos de economías: EL PIB y el consumo de energía incrementa la degradación del medio ambiente para los países desarrollados y en desarrollo. La IED y la urbanización incrementan la contaminación en los países en desarrollo mientras que en los desarrollados la disminuye.
CKA Hipótesis del paraíso contaminador	To et al.	1980-2016	2019	25 países en desarrollo	Emisiones de Co <sub>2</sub>	Consumo de combustible per cápita IED IED al cuadrado PIB, PIB al cuadrado y PIB al cubo	Panel de cointegración FMOLS DOLS	FMOLS	Consumo de combustible tiene un impacto positivo en las emisiones de Co <sub>2</sub> . EL PIB, su cuadrado y cubo tiene un impacto sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Además se comprobó la CKA en forma de N. La IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> en una primera etapa y posteriormente las disminuye.
Hipótesis del paraíso contaminador	Sun et al.	1996 -2017	2019	Asociación sudásitica para la cooperación regional	log emisiones de Co <sub>2</sub>	Log del PIB Log Formación bruta de capital fijo Log IED flujos netos Log liberación comercial	ARDL	ARDL	LA IED tiene una relación negativa con las emisiones de Co <sub>2</sub> al corto plazo. El PIB tiene una correlación positiva con la correlación del medio ambiente a largo y corto plazo.
CKA Hipótesis del paraíso contaminador	Baek, J.	1981-2010	2016	5 países de ASEAN	Emisiones de Co <sub>2</sub>	PIB per cápita PIB per cápita al cuadrado Consumo de energía per cápita IED flujos netos	Pooled Mean Group PMG	PMG	LA IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . PHH. El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Se comprueba la CKA.
CKA Hipótesis del paraíso contaminador	Shahbaz et al.	1965-2016	2019	USA	Log emisiones de Co <sub>2</sub>	Log PIB per cápita Log uso de energía per cápita Log IED flujos netos per cápita Log stock de capital per cápita	ARDL VECM	ARDL	El consumo de energía tiene un efecto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . PHH El crecimiento económico tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .

	CKA Hipótesis del paraíso contaminador	Nadeem et al.	1971-2014	2020	Pakistán	Log Emisiones de Co2	Log Uso de energía Log Consumo de energía de combustibles fósiles Log Consumo de energía alternativas y nuclear Log flujos de IED Log PIB Log libertad económica Log nivel de urbanización Log crédito interno neto Log comercio total	ARDL	ARDL	Existe una relación positiva y significativa entre IED y emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una asociación positiva entre crecimiento económico (término al cuadrado) y las emisiones de Co <sub>2</sub> . CKA. Existe una relación positiva entre uso de energía y emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una relación entre consumo de energía de combustibles fósiles y energía de recursos alternativos y nucleares con las emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una relación entre el índice de libertad económica y las emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una relación positiva entre la urbanización y las emisiones de Co <sub>2</sub> .
	CKA PHH Halo Hipótesis Porter	He, J.	1994-2001	2006	29 provincias de China	Emisiones de So2 Efecto escala Efecto composición Efecto técnica Stock de capital extranjero empleado en la producción	Stock de capital total empleado en la producción Stock de capital interno empleado en la producción Trabajo total empleado en la producción Trabajo total empleado en el sector interno Trabajo total empleado en el sector de capital extranjero Densidad de población Emisiones totales del Sector doméstico Emisiones totales del sector del capital extranjero Valor total agregado creado por el sector del capital extranjero	GMM System de 5 ecuaciones	GMM System	Con un incremento del 1% en el stock de capital de la IED las emisiones industriales de So <sub>2</sub> incrementarán un 0.098% Se comprueba la PHH.
	PHH Halo Hipótesis del vuelo industrial	Asghari M.	1980-2011	2013	Países MENA	Emisiones de Co <sub>2</sub> anuales	PIB real per cápita Participación de la industria en el PIB Apertura Flujos de IED realizada Población Rigidez de la regulación ambiental Índice de percepción de corrupción	Panel de datos Efectos fijos y aleatorios	Efectos fijos	Un efecto positivo del crecimiento económico sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Un efecto negativo de la IED sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Hipótesis halo.
IED y crecimiento económico		Borensztein et al.		1997	69 países en desarrollo	Tasa de crecimiento del PIB per cápita	Tasa de crecimiento del ingreso Ingreso inicial Consumo de gobierno Stock de capital humano	Regresiones aparentemente no relacionadas (SUR)	SUR	La IED tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico que depende del stock de capital humano disponible en el país receptor de la IED.
		Alfaro	1981-1999	2003	47 países	Crecimiento PIB per cápita	PIB inicial Escolaridad Inflación Gasto de gobierno Apertura Crédito privado	OLS	OLS	La IED tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico y depende del sector al que vaya dirigido.

		Fadhil et al.	1975-2010	2015	Malasia	Tasa de crecimiento anual del PIB	Ratio de los flujos de IED anual al PIB anual Acumulación de capital humano Proporción el mercado al PIB Tipo de cambio real efectivo	Raíz unitaria Causalidad de Granger HMR	Regresión Multiple Hierarchical	Los flujos de IED contribuyen al crecimiento económico. El capital humano contribuye al crecimiento económico.
		Alvarado et al.	1980-2014	2017	19 países de Latinoamérica	Log PIB real	Log capital físico Log fuerza laboral Log flujos de IED	Datos panel efectos fijos	Panel para América Latina Panel para economías de alto ingreso Panel para economías de mediano alto ingreso Panel para economías de mediano bajo ingreso	El capital físico y la fuerza de trabajo tienen un impacto positivo sobre el producto. El capital físico, la fuerza de trabajo y la IED tienen un impacto positivo sobre el producto. El capital físico y la fuerza de trabajo tienen un impacto positivo sobre el producto. El capital físico, la fuerza de trabajo y la IED tienen un impacto positivo sobre el producto.
<b>Emisiones de Co<sub>2</sub> y crecimiento económico</b>	CKA PHH	Abdouli et al.	1990-2014	2018	6 Países del BRICTS	Log emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita	Log consumo de energía per cápita Log IED per cápita Log IED per cápita al cuadrado Log PIB per cápita Log PIB per cápita al cuadrado Log densidad de población Log densidad de población al cuadrado	OLS Efectos fijos y aleatorios Panel dinámico	GMM System	EL valor rezagado de las emisiones de Co <sub>2</sub> impacta sobre su valor actual. El valor del PIB y PIB <sup>2</sup> no tienen un impacto significativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . NO CKA. Los flujos de IED tienen un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . Hipótesis PHH. La densidad de población tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El término cuadrado de la densidad de población que resulto significativo con signo negativo muestra una relación en forma de U invertida. El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .
		Shaari et al.	1992-2012	2014	15 países en desarrollo	Log emisiones de Co <sub>2</sub>	Log PIB Log IED	Cointegración de Johansen FMOLS Modelo de vectores de corrección de errores VECM	FMOLS	El PIB tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED no tiene un impacto sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .
	CKA PHH Halo Hipótesis de vuelo industrial Hipótesis Porter	Shahbaz et al.	1975-2012	2015	99 economías	Log emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita	Log IED per cápita Log IED per cápita cuadrado Log PIB real per cápita Log consumo de energía per cápita	FMOLS	Panel global	En la relación lineal El crecimiento económico y el consumo de energía tienen un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . En la relación no lineal Se encontró una relación de U invertida entre la IED y las emisiones de Co <sub>2</sub> . CKA El crecimiento económico y el consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .

									Panel alto ingreso	<p>En la relación lineal</p> <p>La IED tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>. Hipótesis Halo.</p> <p>El crecimiento económico y el consumo de energía tienen un impacto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p> <p>En la relación no lineal</p> <p>La IED tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>. Hipótesis Halo.</p> <p>El crecimiento económico y el consumo de energía tienen un impacto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p>
									Panel ingreso medio	<p>En la relación no lineal</p> <p>Se encontró una relación de U invertida entre la IED y las emisiones de Co<sub>2</sub>. CKA</p> <p>El crecimiento económico y el consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p>
									Panel bajo ingreso	<p>El crecimiento económico y el consumo de energía tienen un impacto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p> <p>La IED tiene un efecto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p>
CKA	Pao et al.	1971-2005	2010	Países del BRIC	Log emisiones de Co <sub>2</sub>	Log PIB real per cápita Log PIB real per cápita al cuadrado Log uso de energía per cápita	Cointegración Causalidad de Granger Modelo de corrección del Error	Test de causalidad de Granger	<p>Una fuerte causalidad bidireccional entre consumo de energía y emisiones.</p> <p>Una causalidad bidireccional a largo plazo entre consumo de energía y producción.</p> <p>Una causalidad unidireccional de las emisiones a producción.</p> <p>Una causalidad unidireccional del consumo de energía a producción.</p>	
CKA	Han & Lee	1981-2009	2013	19 economías de la OCDE	Log PIB	Log stock de capital Apertura comercial Log emisiones de Co <sub>2</sub> Capital humano (promedio de escolaridad)	GMM System	GMM System	Las emisiones de Co <sub>2</sub> tienen un impacto positivo sobre el crecimiento, además que su efecto tiene a disminuir con el tiempo.	
CKA	Panayotou	década de los 80s	1994	41 países desarrollados y en desarrollo	Log tasa de deforestación Log dióxido de sulfuro Log nitrógeno oxido Log material particulado sólido	Log Ingreso per cápita, Log densidad de población	OLS	OLS tasa de deforestación países en desarrollo	<p>Existe una relación de U invertida entre la deforestación y el ingreso.</p> <p>El ingreso tiene un impacto positivo sobre la tasa de deforestación.</p> <p>La densidad de población tiene un impacto negativo sobre la tasa de deforestación.</p> <p>El punto de inflexión es de USD \$ 823</p>	
								OLS tasa de deforestación países en desarrollo y desarrollados	<p>El ingreso tiene un impacto positivo sobre la tasa de deforestación.</p> <p>Existe una relación de U invertida entre la deforestación y el ingreso.</p> <p>La densidad de población tiene un impacto negativo sobre la tasa de deforestación.</p>	
								OLS dióxido de azufre	Existe una relación de U invertida entre el dióxido de azufre y el ingreso.	
								OLS nitrógeno oxido	Existe una relación de U invertida entre el nitrógeno oxido y el ingreso.	

<p>Emisiones de Co<sub>2</sub>, IED y crecimiento</p>	<p>CKA PHH</p>	<p>Omri et al.</p>	<p>1990-2011</p>	<p>2014</p>	<p>54 países</p>	<p>Log PIB per cápita Log IED per cápita Log emisiones de co2</p>	<p>Log PIB per cápita Log IED per cápita Stock de capital per cápita Nivel de desarrollo financiero Tasa de cambio real efectiva Urbanización Apertura comercial</p>	<p>Modelo de ecuaciones simultáneo dinámico</p>	<p>Europa y Asia central (22)</p>	<p>Variable dependiente: PIB per cápita La IED, el stock de capital y los valores rezagados del PIB tienen un impacto positivo sobre el crecimiento. Las emisiones de Co<sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre el crecimiento. Variable dependiente: IED El PIB per cápita tiene un impacto positivo sobre la IED. El desarrollo financiero tiene un impacto positivo sobre la IED. Los valores rezagados de la IED tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.  Variable dependiente: Emisiones de Co<sub>2</sub> Los valores rezagados de las emisiones de Co<sub>2</sub> tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p>
---	--------------------	--------------------	------------------	-------------	------------------	---	--	---	-----------------------------------	--

										<p>Variable dependiente: PIB per cápita</p> <p>Los valores rezagados del PIB tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p> <p>La IED y el stock de capital tienen un impacto positivo sobre el crecimiento.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre el crecimiento.</p> <p>Variable dependiente: IED</p> <p>El PIB tiene un impacto positivo sobre la IED.</p> <p>Los valores rezagados de la IED tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> y el tipo de cambio real tienen un impacto negativo sobre la IED.</p> <p>El desarrollo financiero tiene un impacto positivo sobre la IED.</p> <p>Variable dependiente: emisiones de CO<sub>2</sub></p> <p>La IED y la urbanización tienen un impacto positivo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Los valores rezagados de las emisiones tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Latinoamérica y el  
Caribe (15)

										<p>Variable dependiente: PIB per cápita</p> <p>Los valores rezagados del PIB tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p> <p>La IED tiene un impacto positivo sobre el crecimiento.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre el crecimiento.</p> <p>El stock de capital tiene un impacto sobre el crecimiento.</p> <p>Variable dependiente: IED</p> <p>EL PIB tiene un impacto positivo sobre la IED.</p> <p>Los valores rezagados de la IED tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre la IED.</p> <p>El stock de capital tiene un impacto positivo sobre la IED.</p> <p>La tasa de cambio tiene un impacto negativo sobre la IED.</p> <p>Variable dependiente: Emisiones de CO<sub>2</sub></p> <p>EL PIB per cápita tiene un impacto positivo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p> <p>La IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Los valores rezagados de las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales.</p> <p>La urbanización tiene un impacto negativo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

África Sub-Saharan  
(17)

											<p>Variable dependiente: PIB per cápita</p> <p>Los flujos de IED tienen un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico.</p> <p>Las emisiones de Co<sub>2</sub> tienen un efecto negativo y significativo sobre el crecimiento económico.</p> <p>El stock de capital tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico.</p> <p>Variable dependiente: IED per cápita</p> <p>El PIB per cápita tiene un impacto positivo sobre la IED.</p> <p>Las emisiones de Co<sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre la IED.</p> <p>El desarrollo financiero tiene un impacto sobre la IED.</p> <p>El tipo de cambio real tiene un impacto negativo sobre la IED.</p> <p>EL stock de capital resultó no significativo.</p> <p>Variable dependiente: Emisiones de Co<sub>2</sub></p> <p>LA IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p> <p>La urbanización tiene un impacto negativo sobre las emisiones de Co<sub>2</sub>.</p> <p>Relación causal bidireccional entre emisiones de Co<sub>2</sub> y flujos de IED.</p> <p>Relación bidireccional entre flujos de IED y crecimiento económico.</p> <p>Relación unidireccional que va de las emisiones de Co<sub>2</sub> a crecimiento económico.</p> <p>Los valores rezagados del PIB per cápita, los flujos de IED y emisiones de Co<sub>2</sub> tienen un impacto positivo sobre sus valores actuales sugiriendo una tendencia creciente de estas variables en el tiempo.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Panel global

CKA Hipótesis unidireccional, bidireccional, neutral PHH Halo	Abdouli & Hammami	1990 - 2012	2017b	17 países del MENA	Tasa de crecimiento del PIB per cápita Tasa de crecimiento de emisiones de Co2 per cápita Tasa de crecimiento del Stock de IED per cápita	Apertura comercial Desarrollo financiero Consumo de energía per cápita	Modelo VAR con panel de datos	Modelo VAR con panel de datos	Existe una causalidad unidireccional que va del stock de IED al crecimiento económico. Un incremento del stock de IED contribuye a promover el crecimiento económico. Existe una causalidad bidireccional entre el stock de IED y las emisiones contaminantes. Una causalidad positiva que va de las emisiones de Co <sub>2</sub> al stock de IED. Una causalidad negativa que va del stock de IED a las emisiones de Co <sub>2</sub> . Existe una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y las emisiones de Co <sub>2</sub> . Un aumento en el crecimiento económico afecta la calidad ambiental. Las emisiones de Co <sub>2</sub> afectan negativamente el crecimiento.
CKA Hipótesis unidireccional, bidireccional, neutral PHH Halo	Abdouli & Hammami	1990 - 2012	2017c	17 países del MENA	Tasa de crecimiento del PIB per cápita	Rezago PIB Tasa de crecimiento de la IED per cápita. Tasa de crecimiento de las emisiones Co2 per cápita. Tasa de crecimiento del Stock de capital.	OLS Panel de efectos fijos y aleatorios Dinámicos-diferencias y sistema GMM	Panel efectos fijos	Los flujos de IED y capital tienen un alto impacto sobre el crecimiento económico. Las emisiones de Co <sub>2</sub> afectan negativamente el crecimiento económico.
								Sistema GMM	El periodo rezagado del valor del PIB tiene un impacto positivo y significativo. Los flujos de IED tienen un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico. Las emisiones de Co <sub>2</sub> tienen un impacto negativo en el crecimiento económico. Los flujos de capital tienen un impacto negativo y significativo sobre el crecimiento económico.
CKA Hipótesis unidireccional, bidireccional, neutral PHH Halo	Abdouli & Hammami	1990-2014	2020	12 países del medio oriente	Tasa de crecimiento del PIB per cápita Tasa de crecimiento de las emisiones Co2 per cápita Tasa de crecimiento de los flujos de IED per cápita Tasa de crecimiento del desarrollo financiero	Tasa de crecimiento del stock de capital Desarrollo financiero Consumo de energía Crecimiento de la población	Modelo de ecuaciones simultáneas con datos panel	GMM System	Variable dependiente: PIB per cápita La IED tiene un impacto positivo sobre el crecimiento económico Las emisiones de Co <sub>2</sub> tienen un impacto negativo sobre el crecimiento económico El desarrollo financiero tiene un impacto positivo sobre el crecimiento económico El stock de capital tiene un impacto positivo sobre el crecimiento económico.  Variable dependiente: IED per cápita: El PIB tiene un impacto positivo sobre la IED. Las emisiones de Co <sub>2</sub> y el desarrollo financiero tienen un impacto negativo sobre la IED.  Variable dependiente: Emisiones de Co <sub>2</sub> per cápita El PIB tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . La IED tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El desarrollo financiero tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> . El consumo de energía tiene un impacto positivo sobre las emisiones de Co <sub>2</sub> .  Variable dependiente: Desarrollo financiero El PIB tiene un impacto positivo sobre el Desarrollo financiero La IED tiene un impacto positivo sobre el DF.

Fuente: Elaboración propia.

## Referencias de la bibliografía

- Abdouli, M., & Hammami, S. (2017a). Economic growth, FDI inflows and their impact on the environment: an empirical study for the MENA countries. *Quality and Quantity*. <https://doi.org/10.1007/s11135-015-0298-6>
- Abdouli, M., & Hammami, S. (2017b). Investigating the causality links between environmental quality, foreign direct investment and economic growth in MENA countries. *International Business Review*, 26(2), 264–278. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2016.07.004>
- Abdouli, M., & Hammami, S. (2017c). The Impact of FDI Inflows and Environmental Quality on Economic Growth: an Empirical Study for the MENA Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 8(1), 254–278. <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0323-y>
- Abdouli, M., & Hammami, S. (2020). Economic Growth, Environment, FDI Inflows, and Financial Development in Middle East Countries: Fresh Evidence from Simultaneous Equation Models. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-018-0546-9>
- Abdouli, M., Kamoun, O., & Hamdi, B. (2018). The impact of economic growth, population density, and FDI inflows on CO 2 emissions in BRICTS countries: Does the Kuznets curve exist? *Empirical Economics*, 54(4), 1717–1742. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1263-0>
- Al-mulali, U., & Foon Tang, C. (2013). Investigating the validity of pollution haven hypothesis in the gulf cooperation council (GCC) countries. *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.055>
- Alvarado, R., Iñiguez, M., & Ponce, P. (2017). Foreign direct investment and economic growth in Latin America. *Economic Analysis and Policy*, 56, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.09.006>
- Anderson, T. W., & Hsiao, C. (1981). Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American Statistical Association*. <https://doi.org/10.1080/01621459.1981.10477691>
- Andrés-Rosales, R., Mun, N. K., & Quintana-Romero, L. (2018). El tamaño de las empresas manufactureras y la contaminación medioambiental en México: Una aproximación espacial. *Eure*, 44(131), 75–99. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612018000100075>
- 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. <https://doi.org/10.2307/2297968>

Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)

Asghari, M. (2013). Does FDI Promote MENA Region's Environment Quality? Pollution Halo or Pollution Haven Hypothesis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.12983/ijres-2013-p092-100>

Baek, J. (2016). A new look at the FDI-income-energy-environment nexus: Dynamic panel data analysis of ASEAN. *Energy Policy*, 91, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.045>

Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N., & Shahbaz, M. (2017). Economic growth, CO2 emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidences from 3SLS. *Journal of Environmental Management*, 196, 627–632. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.029>

Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)

Borensztein, E., De Gregorio, J., & Lee, J. W. (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0)

Cameron, C., & Trivedi, P. (2009). *Microeconomics using stata*. En *Lakeway Drive, TX: Stata Press Books*.

Cázares Aguilar, J. A. (2019). *Universidad Autónoma de Nuevo León* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/17648/1/1080288623.pdf>

Cole, M. A., & Elliott, R. J. R. (2003). Determining the trade-environment composition effect: The role of capital, labor and environmental regulations. *Journal of Environmental Economics and Management*. [https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(03\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(03)00021-4)

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>

Friedlingstein, P., Jones, M. W., O'Sullivan, M., Andrew, R. M., Hauck, J., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., DBakker, O. C. E., Canadell, J. G., Ciais, P.,

- Jackson, R. B., Anthoni<sup>1</sup>, P., Barbero, L., Bastos, A., Bastrikov, V., Becker, M., ... Zaehle, S. (2019). Global carbon budget 2019. *Earth System Science Data*. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1783-2019>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 3914*(3914), 1–57. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment\*. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Haug, A. A., & Ucal, M. (2019). The role of trade and FDI for CO2 emissions in Turkey: Nonlinear relationships. *Energy Economics*, 81, 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.006>
- He, J. (2006). Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: The case of industrial emission of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) in Chinese provinces. *Ecological Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.12.008>
- Holtz-Eakin, D., & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO<sub>2</sub> emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)01449-X](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01449-X)
- Kim, S. (2019). CO<sub>2</sub> emissions, foreign direct investments, energy consumption, and GDP in developing countries: A more comprehensive study using panel vector error correction model. *Korean Economic Review*, 35(1), 5–24.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and income inequality. *American Economic Review*. <https://doi.org/10.1257/aer.99.1.i>
- Labra Lillo, R., & Torrecillas, C. (2018). Estimando datos de panel dinámicos. Un enfoque práctico para abordar paneles largos. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1), 31–52. <https://doi.org/10.15446/rce.v41n1.61885>
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. *Cátedra UAM-Accenture eUAM-Accenture Working Papers*, 1–57.
- Laverde, M., Castaño, J., Morales, M., & Yaruro, A. M. (2015). Índice de precios de la vivienda nueva para Bogotá: metodología de precios hedónicos. *Política monetaria y estabilidad financiera en economías pequeñas y abiertas. Capítulo 11. Índice de precios de la vivienda nueva para Bogotá: metodología de precios hedónicos. Pág.:339-387*. <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/6623>

- Lee, C. C., Chiu, Y. Bin, & Sun, C. H. (2009). Does one size fit all? a reexamination of the environmental kuznets curve using the dynamic panel data approach. *Review of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2009.01465.x>
- Lieb, C. (2002). The Environmental Kuznets Curve – A Survey of the Empirical Evidence and of Possible Causes. *Discussion Paper Series*.
- Marvão Pereira, A., & Marvão Pereira, R. M. (2010). Is fuel-switching a no-regrets environmental policy? VAR evidence on carbon dioxide emissions, energy consumption and economic performance in Portugal. *Energy Economics*, 32(1), 227–242. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.08.002>
- Montero Granados, R. (2010). Panel dinámico. *Documentos de trabajo en economía Aplicada. Universidad de Granada. España*.
- Nadeem, A. M., Ali, T., Khan, M. T. I., & Guo, Z. (2020). Relationship between inward FDI and environmental degradation for Pakistan: an exploration of pollution haven hypothesis through ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 15407–15425. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08083-x>
- Neequaye, N. A., & Oladi, R. (2015). Environment, growth, and FDI revisited. *International Review of Economics and Finance*, 39, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.06.002>
- Omri, A., Nguyen, D. K., & Rault, C. (2014). Causal interactions between CO2 emissions, FDI, and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equation models. *Economic Modelling*. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.026>
- Panayotou, T. (1994). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *Pacific and Asian Journal of Energy*.
- Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.045>
- Pazienza, P. (2019). The impact of FDI in the OECD manufacturing sector on CO2 emission: Evidence and policy issues. *Environmental Impact Assessment Review*, 77(November 2018), 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.04.002>
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2006). Natural Resource and Environmental Economics. *En Current Topics in Medicinal Chemistry*. <https://doi.org/10.2174/156802606777323773>

- Petrović-Ranđelović, M., Mitić, P., Zdravković, A., Cvetanović, D., & Cvetanović, S. (2020). Economic growth and carbon emissions: evidence from CIVETS countries. *Applied Economics*, 52(16), 1806–1815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1679343>
- Phuong, N. D., & Tuyen, L. T. M. (2018). The relationship between foreign direct investment, economic growth and environmental pollution in vietnam: An autoregressive distributed lags approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(5), 138–145.
- Rama, J. (2018). *Manual de Stata Breve guía de estudio . Tema 4 . Relaciones entre variables cuantitativas. September.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11895.68008>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. En *Our World in Data*.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal*, 9(1), 86–136. <https://doi.org/10.1177/1536867x0900900106>
- Sapkota, P., & Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64, 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.001>
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: Is there a kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>
- Shaari, M. S., Hussain, N. E., Abdullah, H., & Kamil, S. (2014). Relationship among foreign direct investment, economic growth and CO<sub>2</sub> emission: A panel data analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 706–715.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence. *Policy Research Working Paper Series*. <https://doi.org/10.1108/14777830710778328>
- Shahbaz, M., Gozgor, G., Adom, P. K., & Hammoudeh, S. (2019). The technical decomposition of carbon emissions and the concerns about FDI and trade openness effects in the United States. *International Economics*, 159(May), 56–73. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.05.001>
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO<sub>2</sub> emissions in Indonesia. En *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.009>

- Shahbaz, M., Nasreen, S., Abbas, F., & Anis, O. (2015). Does foreign direct investment impede environmental quality in high-, middle-, and low-income countries? *Energy Economics*, 51, 275–287. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.014>
- Shahbaz, M., & Sinha, A. (2019). Environmental Kuznets curve for CO2 emissions: a literature survey. En *Journal of Economic Studies* (Vol. 46, Número 1, pp. 106–168). <https://doi.org/10.1108/JES-09-2017-0249>
- Solarin, S. A., & Al-Mulali, U. (2018). Influence of foreign direct investment on indicators of environmental degradation. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(25), 24845–24859. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2562-5>
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419–1439. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>
- Sun, H. ping, Tariq, G., Haris, M., & Mohsin, M. (2019). Evaluating the environmental effects of economic openness: evidence from SAARC countries. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05750-6>
- Sung, B., Song, W. Y., & Park, S. Do. (2018). How foreign direct investment affects CO2 emission levels in the Chinese manufacturing industry: Evidence from panel data. *Economic Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2017.06.002>
- Tamazian, A., & Bhaskara Rao, B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.04.004>
- To, A. H., Ha, D. T. T., Nguyen, H. M., & Vo, D. H. (2019). The impact of foreign direct investment on environment degradation: Evidence from emerging markets in Asia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph16091636>
- UNFCCC. (2018). Malaysia Third National Communication and Second Biennial Update Report to the UNFCCC. En *Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change*.
- United Nations, U. (2020). *World Economic Situation*. [http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp\\_archive/2013wesp.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_archive/2013wesp.pdf)
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>

한치록, & HYEILIM LEE. (2013). Dependence of Economic Growth on Co2 Emissions. *Journal of Economic Development*, 38(1), 47–57. <https://doi.org/10.35866/caujed.2013.38.1.003>