

**Crecimiento económico y medio ambiente: curva medioambiental de Kuznets en
Latinoamérica, 1990-2018**

**Néstor Fabián Rodríguez Vargas
Jefferson Andrey Triana Estupiñán**

Monografía para optar el título de economista

**Ph.D. Sergio Augusto Jiménez Ramírez
Director de la monografía**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Diplomado en desarrollo económico regional
Programa de Economía
2021**

Contenido

Lista de tablas	3
Lista de figuras.....	4
Introducción	5
1. Planteamiento del problema	7
1.1. Descripción del problema:	7
1.2. Formulación del problema:	7
2. Justificación.....	8
3. Objetivos.....	9
3.1. Objetivo General	9
3.2. Objetivos Específicos	9
4. Marco referencial.....	10
4.1. Antecedentes	10
4.2. Marco teórico	15
4.3. Marco Contextual.....	17
5. Metodología.....	19
6. Resultados.....	23
7. Conclusiones.....	28
Referencias.....	30
Anexos	34

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de las Variables.....	19
Tabla 2. Países de Latinoamérica incluidos en el estudio.....	22
Tabla 3. Primer especificación del modelo.....	23
Tabla 4. Segunda especificación del modelo.....	24

Lista de figuras

Figura 1. Curva de Kuznets Ambiental.....	16
Figura 2. Emisiones de CO ₂ vs PIB per cápita para América Latina, 1990-2018.....	25
Figura 3. Comportamiento de emisiones de CO ₂ en función del PIB per cápita	26

Introducción

La relación entre el medio ambiente y crecimiento económico durante las últimas décadas ha sido objeto de múltiples estudios. Son varios los economistas y muchos científicos, quienes han argumentado que el crecimiento económico produce daño de alguna manera al medio ambiente (Correa Restrepo, 2007). Ahora bien, en los últimos tiempos, el crecimiento económico en Latinoamérica se ha dado gracias a un incremento en la utilización de los recursos naturales, debido a que la región orienta su consumo hacia bienes producto de la naturaleza, pues es el sector primario, quien predomina en la economía (CEPAL, 2020). A su vez, otros autores argumentan que las economías pueden crecer sin ocasionar disminución de la calidad del medio ambiente (Correa Restrepo, 2007), postura que asumen gracias a los avances en la tecnología, en los procesos de producción y en la legislación para la conservación de los recursos naturales, los cuales, han tenido un rol importante en la disminución de externalidades negativas entre el binomio crecimiento económico y medio ambiente (Grossman & Krueger, 1995), algo común en los países desarrollados. Sobre esto Gil Garcia (2016), menciona que:

“los países desarrollados que tienen altos ingresos probablemente adaptan su producción a leyes, normas y reglamentos que regulan la contaminación. En cambio, los estados en desarrollo no cuentan con normas tan severas para la producción de sus bienes, por lo que la fabricación y comercialización de sus productos deja peor huella en el medio ambiente que en los países ricos”.

Por lo tanto, la importancia que ha tomado la conservación del medio ambiente ha propiciado la realización de gran multiplicidad de trabajos de investigación, con la intención de identificar las causas y efectos del daño ambiental y, si el crecimiento económico es el responsable de este. En efecto, una forma para evaluar si el crecimiento económico es responsable del daño en el medio ambiente consiste en establecer cuál es la relación entre estos. Para ello, los autores han utilizado la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, la cual establece que la relación crecimiento económico-medio ambiente está representada por medio de una curva en forma de U invertida la cual plantea que los países con menor nivel de ingresos o cuando se encuentran en su fase inicial de desarrollo están correlacionados con un aumento en el daño ambiental; por su parte, cuando los países alcanzan un nivel de ingreso alto, tienden a disminuir este daño (Grossman & Krueger, 1995).

A partir de lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo “determinar la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en Latinoamérica entre 1990 y 2018”. Así, para dar cumplimiento a la consigna anterior, se procede inicialmente a realizar la revisión bibliográfica a fin de identificar los factores socioeconómicos y ambientales influyentes en la relación entre crecimiento económico y el medio ambiente. Seguidamente, comprobar si la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente en Latinoamérica concuerda con la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets haciendo uso del análisis inferencial de datos de panel. Para finalmente, describir la incidencia de los factores identificados en la literatura en la degradación ambiental.

El documento se estructura en siete secciones, antecedidas con la presente introducción. En ello, la primera sección, el planteamiento del problema donde se formula la pregunta problematizadora; la segunda, la justificación que motivó a los autores llevar a cabo esta investigación; la tercera, objetivos; la cuarta, el marco referencial, que contiene los antecedentes, marco teórico, conceptual y contextual; la quinta, el diseño metodológico, expone las técnicas y fuentes de información utilizadas; la sexta, resultados obtenidos y, la séptima, presenta discusión y conclusiones.

1. Planteamiento del problema

La hipótesis de la curva medio ambiental de Kuznets plantea que, el crecimiento económico medido por el PIB per cápita y el daño medio ambiental tienen una relación de “U” invertida, puesto que, a medida que el crecimiento económico es mayor, el impacto o daño ambiental tiende a incrementarse en una primera fase (corto plazo) y, posteriormente, llega a un equilibrio donde finalmente termina por disminuir (largo plazo). Así las cosas, a medida que la economía de un país empieza a producir más bienes y servicios, la principal externalidad es el deterioro del medio ambiente, puesto que dichos bienes y servicios se producen a través de la extracción de los recursos naturales que este provee.

1.1. Descripción del problema:

El medio ambiente, a través del horizonte temporal, se ha visto afectado por la actividad humana y sus altas emisiones de gases de efecto invernadero entre las cuales están las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) con mayor afectación en los océanos. Se estima que, América Latina produce el 5% de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel mundial (PNUMA, 2017). Latinoamérica aparece en el ranking sobre emisores de dióxido de carbono como uno de los lugares con menos emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la BBC NEWS MUNDO (2019), muestra el caso de México y Brasil quienes se encuentran entre los 15 países con más emisiones de dicho contaminante. Además, según la misma fuente, la contribución de América latina en cuanto a cifras de contaminación a nivel mundial está en aumento debido a la apertura de nuevas industrias y un gran aumento en el uso de vehículos de transporte.

1.2. Formulación del problema:

Debido a lo antes expuesto, se decide formular una pregunta de investigación que ayude a encaminar la finalidad del presente trabajo. ¿Cuál es la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en Latinoamérica entre 1990 y 2018?

2. Justificación

El crecimiento de la economía es un factor importante en el bienestar de una nación. No obstante, desde que Adam Smith publicó su obra magna *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* allá en 1776, hasta la fecha, se han presentado álgidos debates entre la comunidad científica (hasta de la comunidad en general), acerca de la correcta definición de qué se entiende por desarrollo, pasando de meramente un aumento del ingreso per cápita, a dimensiones más naturales como la humana, social y la ambiental.

En ese orden de ideas, el presente trabajo monográfico está en línea con varios de los objetivos propuestos en la Agenda 2030¹, basados en la conservación del espacio común de todos los seres vivos, el cual, es el enfoque principal. Asimismo, el estudio de las externalidades producto del crecimiento económico es de suma importancia en el contexto actual, donde las economías de todas las latitudes crecen a ritmos vertiginosos provocando altas tasas de contaminación con gases de efecto invernadero en detrimento del medio ambiente.

Dicho lo anterior, esta investigación es relevante toda vez que, la temática no solo es actual sino altamente estudiada y presente en todos los planes de gobierno nacionales e internacionales, por lo que uno de los objetivos no observables de los autores del presente trabajo es contribuir al desarrollo de dichos estudios empíricos y científicos e incentivar futuras pesquisas que generen avances metodológicos y epistemológicos en la conservación del espacio natural del planeta y sus recursos.

¹ Objetivos de Desarrollo Sostenible: 6) agua limpia y saneamiento; 7) energía asequible y no contaminante; 11) ciudades y comunidades sostenibles; 12) producción y consumo responsables; 13) acción por el clima; 14) vida submarina; 15) vida de ecosistemas terrestres.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Determinar la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en Latinoamérica entre 1990 y 2018.

3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los factores socioeconómicos y ambientales influyentes en la relación entre crecimiento económico y el medio ambiente.
2. Comprobar si la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente en Latinoamérica concuerda con la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets.
3. Describir la incidencia de los factores demográficos, riqueza, comercio internacional y de energías renovables en la degradación ambiental.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes

En el presente apartado se expone la revisión de la literatura que aborda el tema del crecimiento económico y su relación con la degradación del ambiente; en ello, se toman como referencia artículos científicos, proyectos e investigaciones a nivel internacional y nacional que permitan servir de guía epistemológica para crear una sólida estructura para el desarrollo del presente trabajo y poder dar respuesta a la pregunta problematizadora de esta monografía, la cual fue presentada en secciones anteriores.

Así las cosas, se tiene como primera referencia el trabajo desarrollado por Grossman & Krueger (1991), quienes estimaron el impacto ambiental que puede ocasionar los tratados comerciales con Estados Unidos. Para estudiar la relación crecimiento-contaminación usaron medidas comparables de tres contaminantes del aire: dióxido de azufre, smog y algunas partículas suspendidas en el aire las cuales relacionaron con el PIB per cápita mediante una muestra de 42 países, en los periodos 1977, 1982 y 1988. Para ello, hicieron uso de un modelo econométrico de datos panel, donde encontraron que a mayor crecimiento económico los problemas ambientales tienden a disminuir, pues estos empezarán a aliviarse una vez el ingreso nacional se ubicara entre los 4000 y 5000 dólares. Los hallazgos mostraron que para dos contaminantes (dióxido de azufre y las partículas de humo) se establece una clara relación en forma de U invertida con el crecimiento económico, pues las concentraciones de estos aumentan en niveles bajos del ingreso nacional, pero disminuyen a un alto nivel de ingreso.

Tres años más tarde, Selden & Song (1994) estudiaron la relación entre la contaminación ambiental y crecimiento económico, haciendo uso de 4 contaminantes atmosféricos: micropartículas suspendidas en el aire, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro monóxido de carbono. Para ello, se valieron de un modelo econométrico de datos panel en el mismo sentido de los autores anteriores, encontrando que las emisiones de los cuatro contaminantes tienen una relación de U invertida con el PIB per cápita. Sin embargo, aclararon que si bien se produjo una disminución de las emisiones, puede que en el largo plazo haya un incremento rápido y continuo de éstas.

En esa misma línea, a comienzos del siglo XXI Stern & Common (2001), realizaron un estudio para demostrar la existencia de la relación en forma de U invertida entre el ingreso per cápita y las emisiones de azufre para una muestra de 73 países divididos en dos grupos: países OCDE y países no incluidos en la OCDE para el periodo 1960-1990, en el cual, utilizaron un modelo de datos panel de primeras diferencias. Los autores pudieron comprobar empíricamente la curva ambiental de Kuznets en países desarrollados como también en los países en vías de desarrollo; no obstante, resaltaron que el punto de inflexión donde cambia la relación entre la contaminación y el crecimiento de ascendente a descendente es diferente entre el grupo de países, puesto que el punto máximo de contaminación es menor en los países desarrollados.

Asimismo, Bhattarai & Hamming (2001), examinaron la relación entre ingresos y deforestación en 66 países de Latinoamérica, África y Asia, para el periodo 1972-1991. Para las estimaciones hicieron uso de un modelo econométrico con datos panel donde parten del supuesto de que las instituciones y las políticas macroeconómicas impactan en la deforestación. Los resultados permitieron comprender que en estos 66 países sí existe la relación en U invertida para la deforestación y los ingresos en los tres continentes. Sin embargo, los autores hicieron énfasis en que el fortalecimiento de las instituciones ayudaría a aplanar la curva y así hacerse más evidente la disminución de la deforestación; es decir, mediante una buena gobernanza y el fortalecimiento de las instituciones se puede lograr una reducción en los índices de deforestación y así mismo poder alcanzar lo más pronto posible el turning point (punto de inflexión).

De otra manera, Correa Restrepo et al. (2005), siguieron una ruta distinta, donde buscaron establecer si es válida la hipótesis de la curva de Kuznets medio ambiental para Colombia; esta hipótesis establece que existe una relación para el crecimiento económico y calidad del medio ambiente, donde se establece que en un corto plazo dicho crecimiento económico va a generar un mayor grado de deterioro ambiental. Sin embargo, en el largo plazo a medida que el país empieza a hacerse más rico este crecimiento económico va a traerle algunos beneficios al medio ambiente. Los autores además de utilizar las variables comunes de esta hipótesis (CO₂, PIB per-cápita) analizan también el impacto que la distribución del ingreso, las libertades políticas, los derechos civiles y la densidad poblacional tienen sobre el ambiente durante el periodo 1975-2000 por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Al final del estudio los autores concluyeron que Colombia aún se ubica en la etapa creciente de la curva, lo cual indica que está en la fase en la que

el crecimiento económico está causando mayor deterioro ambiental. Además los autores recalcaron:

“Que el crecimiento económico no es la única solución para el deterioro ambiental: el comercio internacional y otras políticas que impulsan el crecimiento de la producción nacional no son sustitutos de las regulaciones que promuevan el cuidado del medio ambiente. Por el contrario, el crecimiento económico debe ir acompañado de estrictas reformas en cuanto a las legislaciones ambientales, donde una de las principales reformas debería ser generar (o encontrar) señales que indiquen cuándo el uso de los recursos está causando daños ambientales”. (p. 28)

En otro sentido, Zhang y Cheng (2009), en su trabajo investigativo analizaron la existencia de la causalidad de Granger en el crecimiento económico, emisiones de CO₂ y el consumo de energía para China durante los años comprendidos entre 1960 y 2007, haciendo uso de un modelo multivariado de crecimiento económico, uso de energía, emisiones de carbono, capital y población urbana. Los autores encontraron que sí existe una causalidad unidireccional la cual va desde el PIB al consumo energético y otra desde el consumo energético hasta las emisiones de dióxido de carbono en el largo plazo, además, encontraron que el consumo de energía y las emisiones de carbono no conllevan al crecimiento económico con lo cual comprendieron que el gobierno Chino podía hacer uso de políticas energéticas conservadoras y una política que le permita reducir las emisiones del carbono sin ser obstáculo para el crecimiento a largo plazo.

Por su parte, Balsalobre Lorente (2011) en su estudio buscó verificar si en España se cumplía la relación en U invertida entre el deterioro medioambiental y el crecimiento económico donde además incorporaron un patrón de consumo de energía que se encargaba de relacionar el consumo de energía convencional con el renovable. Todo esto Bajo la preocupación de que con las actividades económicas y de la vida social diaria la utilización y transformación de la energía daría lugar a una mayor degradación del medio ambiente, generando así para el mundo en una evidente externalidad negativa. El autor empleó en este caso, dos modelos econométricos para verificar la diferencia en los resultados cuando tomaba su variable más importante, (Patrón de consumo energético) y cuando la omitía. Finalizado su estudio este autor concluyó que las regulaciones por parte de los gobiernos que se basan en la promoción del uso de energía renovable aportan beneficios para la corrección del deterioro en el medio ambiente.

Cinco años más tarde, Romero y de Jesus (2016), estudiaron la relación entre el consumo de energía y crecimiento económico utilizando la hipótesis planteada por la curva de Kuznets para 22 países de Latinoamérica y el Caribe, tomando como periodo analizado los años de 1990 al 2011. A partir de la estimación de datos de panel, encontraron que no se cumple la relación de U invertida entre el crecimiento económico y el consumo energético en la región y, que por el contrario queda claro que se presenta una relación directa entre el consumo de energía y el crecimiento que quiere decir que a medida que crecen las economías también el consumo de energía lo hace.

Tres años después, desde la perspectiva de series de tiempo, Pinzon & Gonzales (2018), basados en la evidencia de la curva de Kuznets y la preocupación por el creciente deterioro que ha venido sufriendo el medio ambiente en cuanto al calentamiento en la tierra, al agotamiento de la capa de ozono, la degradación vegetal y los efectos negativos producidos por el uso de combustibles fósiles, trataron de validar la hipótesis planteada en Colombia para los años comprendidos entre 1971 y 2014 mediante un modelo econométrico con variables no estacionarias con base a el modelo VEC en el cual concluyeron que si en Colombia se produce un aumento en el PIB posteriormente se produce también un incremento en las Emisiones de CO₂ el cual repercute en generar deterioro ambiental en el largo plazo donde posteriormente se llega a un punto de inflexión en el cual este aumento en el nivel del PIB genera reducciones en las emisiones de CO₂ hasta un punto donde nuevamente la contaminación comienza a aumentar .

Por otra parte, Vega Quezada et al. (2019), realizaron un estudio que tenía como objetivo demostrar la existencia de la curva ambiental de Kuznets en los países de la alianza de pacifico, mediante el uso de modelos Autorregresivos de Rezagos Distribuidos (ARDL) para el periodo que va desde 1991 hasta 2017. De acuerdo con los datos analizados los autores encontraron que México fue el país donde se evidencio un mayor cumplimiento de la hipótesis.

En años más recientes, Gomez Segura et al. (2020), realizaron un trabajo que buscaba comprobar si existía una relación entre el crecimiento económico y las emisiones de óxido nitroso y dióxido de carbono durante el periodo de 1990 a 2012 en 217 economías. Para comprobar la hipótesis los autores realizaron un modelo estadístico de datos panel donde incluyeron alternativas fijas, aleatorias y de primeras diferencias. En dicho estudio los resultados mostraron que para las variables de óxido nitroso y dióxido de carbono con respecto a la variable PIB per-cápita sí existe

dicha relación planteada en forma de “n” donde el método de efectos fijos fue el que más generó consistencias en sus estimaciones al aplicar las pruebas correspondientes (prueba de Hausman).

Finalmente, Shahbaz et al. (2020), analizaron si se cumple la hipótesis de Kuznets ambiental para las variables de crecimiento económico y el consumo energético para el periodo de 1980 al 2018 en 30 provincias de China. Para este estudio los autores utilizan como métodos de estimación series de tiempo no paramétricas y datos panel. A partir de la regresión no paramétrica, los autores encontraron que el crecimiento económico tiene un efecto positivo sobre el consumo de energía en todas las provincias y con la estimación de datos panel encontraron que si existe una curva ambiental de Kuznets entre el consumo de energía y crecimiento económico en 20 de las 30 provincias estudiadas.

En síntesis, el estudio y comprobación empírica de la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets, ha sido abordada desde diferentes metodologías, pasando por modelos clásicos de mínimos cuadrados ordinarios, modelos de series multivariadas, modelos VEC y modelos autorregresivos de Rezagos Distribuidos; no obstante, el método econométrico más común es el de estimación por medio de modelos de datos de panel. En consecuencia, el presente trabajo, encontró suficiente información que servirá de guía epistemológica para la concreción del objetivo de este documento.

4.2. Marco teórico

El crecimiento económico en un país está determinado por las empresas y los hogares que lo conforman, pues las empresas son quienes producen los bienes y servicios con los cuales los hogares satisfacen sus necesidades. Cuando aumenta dicha demanda de recursos por parte de los hogares, las empresas tienden a elevar la producción para poder cubrir dicha demanda, lo que conlleva al aumento de la explotación de los recursos naturales generando mayor degradación. Para economistas como Labandeira et al. (2007), el crecimiento económico tiene algunos efectos sobre el medio ambiente. En primer lugar, cuando se presenta un aumento de la renta per cápita se presenta una mayor demanda de materias primas lo cual repercute en una mayor generación de residuos que aumentan los problemas ambientales. Por otro lado, cuando un país tiene mejoras tecnológicas que acompañan al crecimiento económico puede ocasionar que los impactos ambientales disminuyan.

Por tanto, la importancia de conocer los efectos que causan sobre el medio ambiente los incrementos del PIB y como esto lleva a aumentar o disminuir el deterioro ambiental, ha hecho que autores como Grossman y Krueger (1991), Soyta et al. (2007), Bhattarai y Hammig (2001) entre otros, realicen trabajos que relacionan indicadores que miden la calidad ambiental con respecto al crecimiento económico de los países. La relación entre el medio natural y crecimiento económico se analiza desde el concepto de hipótesis de la Curva de Kuznets, esta curva desde sus inicios realiza una combinación sencilla entre dos variables (emisiones de CO₂ y PIB per cápita), sin embargo, existen otras variables que también guardan relación en torno a dicha hipótesis.

Ahora bien, en palabras de Sanchez (2017), La curva de Kuznets surge, cuando el premio nobel Simón Kuznets propuso en el año 1955 la existencia de correlación entre la distribución de la renta y el crecimiento económico, la cual, indicaba que en las primeras etapas del desarrollo (medido como un incremento del PIB per cápita) se empeoraba la distribución de la renta (GINI), y en etapas posteriores se llegaba a un punto de inflexión donde la situación comienza a mejorar pues la relación se invierte ya que un mayor incremento de la renta genera una mejor distribución de esta. En efecto, los resultados presentados por el autor confirmaron la existencia de la relación en forma de U invertida entre crecimiento económico y la desigualdad social.

Entre tanto, a principios de los 90, gracias a los avances en el área de la tecnología y a la obtención de datos, comenzaron a llevarse a cabo investigaciones que relacionaban los indicadores

de calidad ambiental con los de crecimiento económico. El objetivo de estos trabajos era analizar la evolución de un indicador ambiental con la renta per cápita. Así las cosas, Grossman & Krueger (1991), son los primeros autores en realizar análisis utilizando como herramienta la curva de Kuznets, estableciendo como denominación, Curva de Kuznets Ambiental (CKA) para explicar la relación que existe entre el deterioro ambiental y el crecimiento del PIB per cápita. En esa misma línea, la idea expuesta por Grossman (1991), supone que cuando un país está en sus primeras etapas de desarrollo, viene acompañado por un mayor deterioro ambiental, y esta situación se da hasta alcanzar un punto de inflexión donde la situación empieza a tornarse negativa, es decir, cuando un país alcanza su etapa más avanzada de desarrollo, el ingreso per cápita lograría que la calidad del medio ambiente mejore, logrando con esto una curva en forma de U invertida. Esta hipótesis puede plantearse econométricamente como una ecuación que relacione algún tipo de contaminante con el PIB per cápita.

En suma, la presente investigación utiliza como referente teórico la curva medio ambiental de Kuznets, ya que hasta la fecha, es la hipótesis tentativa más eficiente y con evidencia empírica que sirve como instrumento para analizar este campo de estudio², y que se puede representar gráficamente de la siguiente manera (Figura 1):

Figura 1.

Curva de Kuznets Ambiental



Fuente: Labandeira et al. (2007, p. 25).

² Otra alternativa sencilla es el modelo IPAT, desarrollado por Ehrlich y Holdren en 1971 (Labandeira et al., 2007).

4.3. Marco Contextual

América Latina es considerada una región de ingresos medios muy diversa donde se encuentran algunos de los poderes emergentes del mundo que conforman países desarrollados miembros de la OCDE como Chile, Colombia y México que junto con Argentina y Brasil son miembros del grupo denominado G20 donde a su vez este último país mencionado se encuentra entre las 10 primeras economías a nivel mundial. La región es también una potencia en lo que respecta al medio ambiente, pues cuenta con el 12% de los suelos cultivables y 1/3 de las reservas de agua dulce de todo el mundo, abundantes recursos relacionados a los sectores de la minería y los hidrocarburos, como también ecosistemas de importancia climática global (CEPAL, 2014).

A partir de los 90, en América Latina se evidenció una creciente tendencia hacia la liberalización de los mercados en compañía de una menor intervención del Estado y una mayor relevancia del sector privado. Como se observa en Fondo de Cultura Económica (1996):

“Las tendencias señaladas han beneficiado a América Latina, puesto que las empresas transnacionales que se están radicando en la región, atraídas por sus ventajas naturales, la liberalización financiera y la promoción de las inversiones extranjeras, así como por las favorables modificaciones de la legislación minera, están introduciendo tecnologías de avanzada que permiten explotar minerales con menor ley u otras características que anteriormente los hacían poco rentables; además, predomina una actitud más responsable respecto del medio ambiente”. (p. 156)

Con la globalización de la economía se dio lugar a nuevas formas de comercio internacional y con esto surgieron políticas ambientales vinculadas a las políticas macroeconómicas con el fin de disminuir la presión sobre los recursos naturales provocados por el fomento de las exportaciones, pues estas en su mayoría estaban compuestas de bienes los cuales eran en mayor medida primarios, con un valor agregado bastante bajo pero con altos costos ambientales. Según datos proporcionados por la Agencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo, en 2019 las ventas de la región al exterior fueron en su mayoría materias primas (60%) y más del 70% de los productos importados por China desde América Latina corresponden a recursos naturales (CEPAL, 2020). Durante los últimos años en términos económicos se han visto buenos resultados pero es de resaltar que durante el periodo 2000-2010 la región experimentó el mayor grado de

crecimiento económico con respecto a las últimas 3 décadas donde se crearon miles de empleos y se infundieron políticas más innovadoras en materia social que terminaron por elevar a más de un tercio de la población de la región a la clase media donde su mayoría se ubicó en los países de Brasil, México y Argentina (PNUD).

Aunque los intereses medio ambientales han ido ascendiendo, los problemas ambientales se han venido asentando en los últimos años, así lo expresa la (CEPAL, 2020) en su más reciente libro *“la tragedia ambiental de América Latina y el Caribe”*, donde se revela una serie de cifras que expresan la gravedad de la problemática ambiental en la región, algunas de estas cifras son: para el año 2050 las emisiones de CO₂ de la región alcanzarán las 5,3 gigatoneladas aproximadamente, para el 2010 el 40% de los bosques ya habían sido completamente deforestados o presentaban una alta degradación.

5. Metodología

La presente investigación se apoya en un enfoque de tipo cuantitativo toda vez que, se realizan análisis numéricos, pruebas estadísticas y econométricas que permiten el desarrollo del objetivo general de esta. Bajo este orden de ideas, Hernández-Sampieri et al. (2014) expresan que este tipo de investigación recolecta datos, se miden variables utilizando métodos estandarizados aceptados por la comunidad científica. Asimismo, el alcance de la investigación es correlacional, donde se busca identificar la relación o grado de asociación existente entre dos o más variables, empleando como técnica el análisis inferencial de datos de panel. En esa misma línea, el diseño metodológico es no experimental que corresponde a “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 152).

Por otra parte, en cuanto a la estructura metodológica, está conformada por tres momentos; como primera medida, se realiza la revisión de la literatura correspondiente a la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, con el fin de identificar los factores relacionados (Ver Tabla 1.) con la degradación ambiental a medida que una sociedad crece en términos económicos. A continuación, se realiza la estimación econométrica que corrobore si la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente en Latinoamérica es acorde a la hipótesis mencionada.

Tabla 1.

Descripción de las Variables

Variables	Sigla	Unidades	Descripción
Emisiones de CO2	CO2	Toneladas métricas per cápita	Estas emisiones provienen de algunas actividades humanas como lo son la quema de combustibles fósiles y de la elaboración de ciertos materiales como el cemento.
PIB per cápita	PIB	US\$ a precios constantes de 2010	El PIB per cápita el valor monetario de los bienes y servicios finales divididos por la cantidad de la población

VARIABLES	SIGLA	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
Comercio de mercaderías (% del PIB)	XM	% del PIB	Cociente entre la suma de las exportaciones y las importaciones sobre el valor del Producto Interno Grupo
Población Activa	L	Total	Comprende todas las personas de 15 años o más que cumplen con los indicativos asignados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Se Incluye tanto a las personas con un empleo como las no lo poseen.
Consumo de Energías Renovables	CER	% del consumo total de energía final	El consumo de energía renovable es la participación de la energía renovable en el consumo total de energía final.
Distribución del ingreso	GINI	%	Medida de desigualdad de ingresos dentro de un país. Sus resultados indican que entre más alto es su resultado mayor es su desigualdad salarial y viceversa.

Fuente: Elaboración propia con base en el Banco Mundial, 2021.

Así las cosas, el modelo en su forma matemática es el siguiente:

$$CO_2 = f(y_{pcc}, y_{pcc}^2, xm, l, cer, gini)$$

(+ (-) (+)(+) (-) (+)

Luego entonces, siguiendo a Gomez Segura et al. (2020), se estima el logaritmo cuadrático de la curva ambiental de Kuznets (CMK) A través de la especificación de panel de datos³:

$$\ln(CO_2)_{it} = \alpha_i + v_t + \beta_1 \ln(y_{pcc})_{it} + \beta_2 \ln(y_{pcc})_{it}^2 + \beta_3 \ln(xm)_{it} + \beta_4 \ln(l)_{it} + \beta_5 \ln(cer)_{it} + \beta_6 \ln(gini)_{it} + u_{it}$$

³ Para Stock y Watson (2020), la clave con los modelos de datos de panel radica en que “múltiples observaciones a lo largo del tiempo en la misma entidad se pueden usar para controlar las variables omitidas no observadas que difieren entre las entidades pero son constantes en el tiempo” (p. 381).

Donde: CO_2 es la variable contaminación, $ypcc$ es el producto interno bruto per cápita, $ypcc^2$ es el producto interno bruto per cápita elevado al cuadrado (esta variable permite comprobar si se presenta la forma funcional cuadrática en la relación entre CO_2 y el PIB per cápita ($ypcc$), por lo que se espera que su signo sea negativo), xm es la variable comercio de mercaderías, l es la población activa, cer consumo de energía renovables, $Gini$ es el coeficiente de desigualdad y u_{it} es el termino no observable o termino error. Así mismo, β representa el estimador y el subíndice i indican observaciones para distintos individuos (países) y t indica el periodo de tiempo. Además, α_i es la heterogeneidad no observable para los países, v_t incluye la heterogeneidad no observable en el tiempo.

En ello, como se evidenciará en el próximo apartado, el modelo inicial presenta colinealidad en la variable $ypcc^2$ y, la variable $Gini$ no es significativa, por lo cual, el modelo final es un panel de datos de efectos fijos en las entidades como se especifica a continuación:

$$\ln(CO_2)_{it} = \alpha_i + v_t + \beta_1 \ln(ypcc)_{it} + \beta_2 \ln(xm)_{it} + \beta_3 \ln(l)_{it} + \beta_4 \ln(cer)_{it} + \beta_5 \ln(Gini) + u_{it}$$

Para determinar el modelo anterior, se parte de la estimación tanto de modelo de datos de panel de efectos fijos como de efectos aleatorios; posteriormente, se realiza la prueba de Hausman cuya hipótesis nula “es que los estimadores MEF⁴ y MCE⁵ no difieren considerablemente” (Gujarati y Porter, 2010, p. 604), en otras palabras, el modelo de efectos aleatorios es apropiado, si se cumple que el P-Valor de la prueba sea significativo a un $\alpha = 0.05$; en caso de no cumplir los criterios anteriores, se determina que el modelo apropiado es el de efectos fijos.

Finalmente, se describe la incidencia de los factores demográficos, riqueza, comercio internacional y de energías renovables en la degradación ambiental para la región de Latinoamérica.

Ahora bien, esta investigación hace uso de información de tipo secundaria⁶ obtenida desde la base de datos abierta del Banco Mundial del periodo de tiempo que abarca de 1990 a 2018 para

⁴ Modelo de efectos fijos

⁵ Modelo de componentes del error o modelo de efectos aleatorios.

⁶ Este tipo de fuentes de información “permiten conocer hechos o fenómenos a partir de documentos o datos recopilados por otros” (Guzmán Stein, 1982)

17 países de Latinoamérica (ver Tabla 2.), tenidos en cuenta dada su relativa confiabilidad en la información estadística, y, países como Cuba y Venezuela, no se incluyen por las razones contrarias. A su vez, para el procesamiento de la información se recurre al software econométrico Stata.

Tabla 2.

Países de Latinoamérica incluidos en el estudio.

País	Región
Colombia	Suramérica
Argentina	Suramérica
Bolivia	Suramérica
Brasil	Suramérica
Chile	Suramérica
Ecuador	Suramérica
Perú	Suramérica
Paraguay	Suramérica
Uruguay	Suramérica
México	Norteamérica
Panamá	América Central
Costa Rica	América Central
Guatemala	América Central
Honduras	América Central
Nicaragua	América Central
El Salvador	América Central
República Dominicana	Caribe

Fuente: elaboración propia.

6. Resultados

En el presente apartado se exponen los resultados del ejercicio de investigación realizado por los autores en la monografía. En primer lugar, se presentan los resultados del análisis econométrico y luego se realiza el análisis descriptivo de los coeficientes de las variables socioeconómicas y de medio ambiente del modelo final.

Datos econométricos

A partir de las variables identificadas en la revisión de la literatura estipuladas en la Tabla 1., se estimó una primera especificación del modelo cuyos resultados son presentados a continuación (Tabla 3):

Tabla 3.

Primer especificación del modelo.

Resultados finales de estimación para las emisiones de CO₂		
$\ln(\text{CO}_2)$	Efectos fijos	Efectos aleatorios
$\ln(\text{ypcc})$	0.384659* (0.048)	0.3316692* (0.037)
$\ln(\text{ypcc}^2)^R$	0 (omitted)	0 (omitted)
$\ln(\text{xm})$	0.0763249* (0.022)	0.0453185** (0.020)
$\ln(l)$	0.882282* (0.053)	0.9802549* (0.034)
$\ln(\text{cer})$	-0.3230196* (0.030)	-0.3453844* (0.029)
$\ln(\text{gini})$	-0.0388644*** (0.237)	0.034613*** (0.111)
_cons	-6.268112* (0.584)	-7.099711* (0.454)
R-sq: within	0.8885	0.8876
observaciones	493	
grupos	17	
Test de Hausman		
	chi2	87.68
	Prob>chi2	0.0000

Nota. Significancia estadística: $p < 0.01$ ‘*’, $p < 0.05$ ‘**’, $p > 0.1$ ‘***’

^R la variable fue automáticamente removida por colinealidad.

Entre paréntesis se exponen los errores estándar.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2021).

Así las cosas, de la Tabla 2., se obtuvo en primer lugar, significancia individual para todas las variables a excepción de *Gini* que adicionalmente no arrojó el signo esperado, no obstante, cabe resaltar lo que expone Scruggs (1998), el cual, encontró que la desigualdad no es necesariamente una causal de la degradación ambiental, por el contrario, agrega el autor, puede deberse a la compleja interacción entre las preferencias de agentes individuales y/o grupales, en un marco donde las instituciones y el poder político son factores explicativos importantes de la degradación ambiental. En segundo lugar, la variable $ypcc^2$ se omitió del modelo por presentar colinealidad tanto en efectos fijos como en efectos aleatorios. Por lo demás, los resultados son relativamente satisfactorios, los signos son los esperados por la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets y, en conjunto los estimadores son estadísticamente significativos.

En ese orden de ideas, para una segunda especificación del modelo se omite la variable $ypcc^2$ por presentar problemas de colinealidad. Así, los resultados se muestran a continuación (Tabla 4.):

Tabla 4.

Segunda especificación del modelo.

Resultados finales de estimación para las emisiones de CO₂		
<i>ln(co₂)</i>	Efectos fijos	Efectos aleatorios
<i>ln(ypcc)</i>	0.384659* (0.048)	0.3316692* (0.037)
<i>ln(xm)</i>	0.0763249* (0.022)	0.0453185** (0.020)
<i>ln(l)</i>	0.882282* (0.053)	0.9802549* (0.034)
<i>ln(cer)</i>	-0.3230196* (0.030)	-0.3453844* (0.029)
<i>ln(gini)</i>	-0.0388644*** (0.112)	0.034613*** (0.111)
_cons	-6.268112* (0.584)	-7.099711* (0.454)
R-sq: within	0.8885	0.8876
observaciones	493	
grupos	17	
Test de Hausman		
	chi2	87.68
	Prob>chi2	0.0000

Nota. Significancia estadística: $p < 0.01$ ‘*’ $p < 0.05$ ‘**’ $p > 0.1$ ‘***’
Entre paréntesis se exponen los errores estándar.

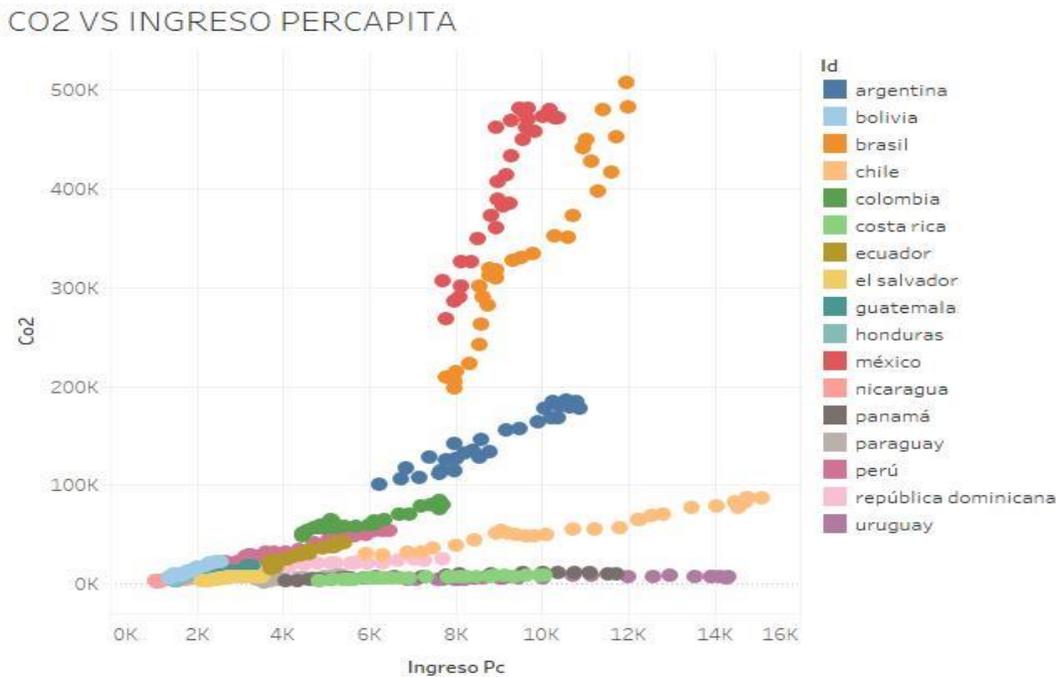
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2021).

Como se puede observar en la Tabla 4., todos los estimadores del modelo de datos de panel de efectos fijos son estadísticamente significativos, *ypcc*, *xm*, *l*, *cer*, en un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$; en ello, para el caso de efectos aleatorios, *ypcc*, *l*, *cer* en un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$ y, *xm* en un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$; no obstante, *gini* en ninguno de los dos modelos tiene significancia estadística. Adicionalmente, al realizar la prueba de Hausman con el objetivo de determinar el modelo más apropiado, se obtiene un valor de chi2 de 87.68 y una probabilidad chi2 de 0.0000, concluyendo que, el más apropiado es el de datos de panel de efectos fijos. En suma, los autores estipulan la segunda especificación del modelo como el definitorio para dar respuesta al segundo y tercer objetivo específico de la investigación.

En consecuencia, para el caso latinoamericano no se verifica, por lo menos en términos econométricos, la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets, en la medida que, existe una relación creciente entre el PIB per cápita y las emisiones de CO₂, y gráficamente podemos observar dicha relación (Figura 2).

Figura 2.

Emisiones de CO₂ vs PIB per cápita para América Latina, 1990-2018.



Nota. La figura fue elaborada por medio del programa Tableau.

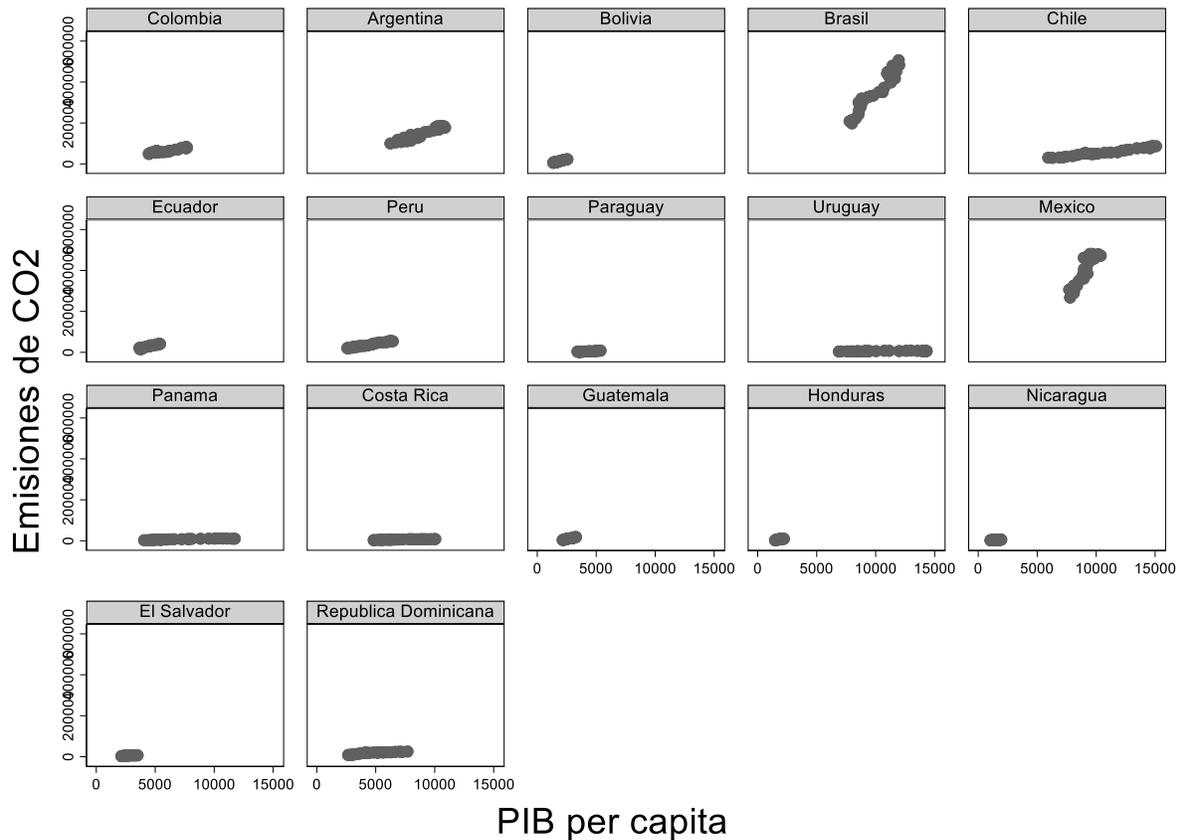
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2021).

La Figura 2., permite observar tímidamente que países con un ingreso por habitante alto, por ejemplo, Chile y Uruguay, podrían estar cumpliendo la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental, sin embargo, en conjunto, Latinoamérica no cumple con la mencionada hipótesis. En ello, otro aspecto importante que cabe resaltar es el caso de México y Brasil, las dos potencias económicas de la región presentan alta contaminación por CO_2 , e igualmente, una elevada población (puesto 10 y 6 respectivamente, Banco Mundial, 2021), por lo que, ingreso per cápita y población activa, podrían ser factores clave de la contaminación ambiental en dichos países y una de las posibles razones de por qué no han alcanzado la fase decreciente de la curva de Kuznets.

Ahora bien, a nivel individual, se puede observar el comportamiento de la contaminación ambiental de los países latinoamericanos en función de la renta por habitante en la Figura 3.

Figura 3.

Comportamiento de emisiones de CO_2 en función del PIB per cápita



Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

Finalmente, se procede a describir los estimadores del modelo final para analizar el efecto que variables demográficas, económicas, comercio internacional y energía renovable, tienen sobre la degradación ambiental.

En principio, *ceteris paribus*, un incremento del 1% en el PIB per cápita aumenta las emisiones de carbono en 0.38%, reforzando el hallazgo en el cual Latinoamérica se encuentra en la fase creciente de la curva ambiental de Kuznets, pues todo crecimiento económico provoca un aumento en la contaminación. Por otra parte, en lo que se refiere al comercio de mercaderías, *ceteris paribus*, un incremento del 1% en los ingresos obtenidos por el comercio exterior, aumenta las emisiones de carbono en 0.076% aproximadamente. Ahora, con respecto a la población económicamente activa, los resultados obtenidos arrojaron una relación positiva con las emisiones de carbono, un incremento del 1% en la población activa, aumenta las emisiones de carbono en 0.88% si se mantiene todo lo demás constante, relación claramente observable en países como Brasil y México, dos de los más poblados del mundo, como se mencionó anteriormente.

Entre tanto, la desigualdad si bien es una variable relevante en la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, y dada la teoría (o la intuición, por ejemplo), debería arrojar signo positivo; sin embargo, en el modelo final se presenta que, *ceteris paribus*, por un aumento del 1% en el coeficiente de *Gini*, las emisiones de CO₂ se reducen en un 0.03% aproximadamente, resultados que, por lo menos en términos econométricos⁷, posiblemente podrían respaldar la hipótesis de Scruggs (1998), mencionada en párrafos anteriores. Por último, como era de esperarse, un aumento del 1% en el consumo de energías renovables, reduce las emisiones de CO₂ en 0.32%; sin embargo, en la región latinoamericana todavía es baja la incidencia de este factor, ello debido a la todavía persistente contaminación como se observó en la Figura 2.

⁷ A pesar de no presentar significancia estadística en el presente estudio bajo un margen de error de $\alpha = 0.05$, es una variable importante dentro de la literatura.

7. Conclusiones

La relación entre el crecimiento económico y degradación ambiental, para este caso particular, se pudo establecer que existe una relación positiva entre las emisiones de CO₂ y el ingreso per cápita. No obstante, la tendencia negativa de la curva de Kuznets no es alcanzada por los países de Latinoamérica, puesto que, el punto de quiebre según Balsalobre Lorente (2011), en su investigación para España, estaría en el rango de 16.457 y 21.639 euros (18.576,33 y 24.425,67 dólares respectivamente), y en la región se alcanza un punto máximo de 15.000 dólares de renta per cápita aproximadamente (Anexo 1.).

En ese sentido, Grossman & Krueger (1995), estipulan que “Los puntos de inflexión en estas relaciones en forma de U invertida varían para las diferentes poblaciones, pero en casi todos los casos ocurren con un ingreso de menos de \$ 8.000⁸” (p. 19), y es observable en latinoamérica que en promedio para el periodo de tiempo de 1990-2018, solo 5 países sobrepasan ese valor (Anexo 2.).

De manera específica, con respecto a la evaluación de la relación del medio ambiente y crecimiento económico por medio de la curva de Kuznets ambiental en forma de U invertida para Latinoamérica, se concluye que esta hipótesis no se ajusta para la región latinoamericana debido a que existe relación creciente entre estos dos factores. Dicho lo anterior, este trabajo muestra que Latinoamérica se encuentra en la parte ascendente de la curva medioambiental de Kuznets, manteniendo consonancia con Correa Restrepo (2007), quien llegó a las mismas conclusiones.

Por otra parte, se pudo observar que por un aumento del 1% en la variable $ypcc$, las emisiones de CO₂ aumentan en un 0.38%. Por lo cual, es necesario que haya un cambio en la estructura productiva, que se presente una movilización hacia sectores que basen su producción en tecnologías más eficientes, que ayuden a generar un menor impacto negativo en el medio ambiente (Grossman & Krueger, 1995).

Así mismo, el crecimiento económico debe ir acompañado de regulaciones ambientales que busquen la protección del medio natural, ya que el crecimiento económico no es la única alternativa para salir de los problemas ambientales (Correa Restrepo et al., 2005), el consumo de energías renovables es una variable que puede llegar a ser importante para lograr disminuir las

⁸ Dólares de 1985.

emisiones, al igual que la conservación de los recursos naturales, por lo tanto, debe incluirse dentro del diseño de políticas públicas.

En ese mismo orden de ideas, un hallazgo importante fue el de la variable *Gini*, la cual a pesar de que varios autores en la literatura especializada de la curva medioambiental de Kuznets, por ejemplo, Boyce (1994), quien argumenta que a mayor desigualdad en la distribución de la renta provoca daños en la conservación del medio ambiente, presenta signo negativo en el estimador β , lo cual, podría ser un primer indicio de que en la región son otros factores quienes tengan mayor relevancia en la explicación de la degradación ambiental, como es el caso de los intereses políticos e institucionales, igualmente, la compleja interacción de los agentes individuales y grupales tal como ya se mencionó anteriormente, y cuyo autor (Scruggs, 1998), es un importante referente.

En definitiva, para lograr un crecimiento económico en armonía con el medio ambiente se requiere la utilización de instrumentos normativos adecuados e implementación de herramientas tecnológicas acompañadas de un proceso constante de innovación.

Referencias

- Balsalobre Lorente, D. (2011). LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL: UNA APLICACIÓN PARA ESPAÑA 1990-2008. Estudios de Economía aplicada. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/301/30120840017.pdf>
- Banco Mundial. (2021). Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/>
- BBC NEWS MUNDO. (23 de Diciembre de 2019). Cambio climático: los gráficos animados que muestran los 15 países que más CO2 emitieron en los últimos 20 años. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50811389>
- Bhattarai, M., & Hamming, M. (2001). Institutions and the environmental Kuznets curve for deforestation: a cross country analysis for Latin America, Africa and Asia. Elsevier. Obtenido de <https://projects.ncsu.edu/project/amazonia/BhattaraiHamming.pdf>
- Boyce, J. (1994). Inequality as a cause of environmental degradation. Elsevier. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/222364864_Inequality_as_a_Cause_of_Environmental_Degradation
- CEPAL. (2020). La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe. CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46101-la-tragedia-ambiental-america-latina-caribe>
- Correa Restrepo, F. (2007). CRECIMIENTO ECONÓMICO, DESIGUALDAD SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA AMÉRICA LATINA. Ingenierías Universidad De Medellín. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242007000100002
- Correa Restrepo, F., vasco Ramírez, A., & Pérez Montoya, C. (2005). LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA COLOMBIA. Semestre Económico. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1104/1075>
- Fermoso, P. (2019). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. revista de Ciencias Sociales. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/>

- Fondo de Cultura Económica. (1996). Quince años de desempeño económico. América Latina y el Caribe 1980-1995. Santiago de Chile. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2003/1/S33898N962A_es.pdf
- Gil García, D. (23 de febrero de 2016). Cómo influye el crecimiento económico en el medio ambiente. Obtenido de Cómo influye el crecimiento económico en el medio ambiente: <https://www.uv.es/uvweb/master-politica-economica-economia-publica/es/blog/influye-crecimiento-economico-medio-ambiente-1285949223224/GasetaRecerca.html?id=1285959012054>
- Gómez Segura, C., Cerquera Losada, O., & Acero Cebay, E. (2020). LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIBLE EN COLOMBIA 1990-2012. Apuntes del CENES. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532021000100165
- Gonzales, M. (30 de julio de 2019). Euribor. Obtenido de <https://www.euribor.com.es/2019/07/30/lo-recursos-naturales-y-la-paradoja-de-la-abundancia/>
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). ENVIRONMENTAL IMPACTS OF A NORTH AMERICAN FREE TRADE AGREEMENT. OFICINA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA. Obtenido de <https://www.nber.org/papers/w3914>
- Grossman, G., & Krueger, A. (1995). ECONOMIC GROWTH AND THE ENVIRONMENT. revista trimestral de economía. Obtenido de <https://www.nber.org/papers/w4634>
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, X. (2007). Economía Ambiental. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Obtenido de <http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/525/Economia%20Ambiental%20Labandeira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Landa, R., Carabias, J., & Meave, J. (1997). Deterioro ambiental, una propuesta conceptual para zonas rurales de México. Obtenido de Deterioro ambiental, una propuesta conceptual para zonas rurales de México: <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/474/985>
- Márquez Ortiz, L., Cuétara Sánchez, L., Cartay Angulo, R., & Labarca Ferrer, N. (16 de septiembre de 2019). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. Revista de Ciencias Sociales. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/>

- Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e. Costa Rica: N.º 005. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorioinvestigaciones.bccr.fi.cr/bitstream/handle/20.500.12506/208/200_Tecnica_datos_panel_una_guia_para_su_uso_e_interpretacion.pdf%3Fsequence%3D1&ved=2ahUKEwiCILKfr4b0AhU1VTABHaCAAsQFnoE
- Pinzón, D., & Gonzales, C. (2018). CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA COLOMBIA 1971 – 2014. Repositorio. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22670/1/CURVA%20DE%20KUZNETS%20AMBIENTAL%20EVIDENCIA%20EMP%C3%8DRICA%20PARA%20COLOMBIA%20%281%29.pdf>
- PNUMA. (8 de junio de 2017). CNN Español. Obtenido de <https://cnnspanol.cnn.com/2017/06/08/estos-son-los-paises-de-america-latina-que-mas-co2-emiten/>
- Redondo Ramírez, M., Ramos Gonzales, H., & Diaz Restrepo, C. (2016). Factores del crecimiento económico. Pereira: Editorial Universidad Libre Seccional Pereira. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17384/FACTORES%20DE%20CRECIMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Para%20Paul%20Samuelson%2C%20el%20crecimiento,producci%C3%B3n%2C%20se%20desplaza%20hacia%20afuera.>
- Rivera Olarte, F. (18 de octubre de 2016). Breve estudio descriptivo del fenómeno ambiental en sus dos dimensiones: daño ambiental y daño ecológico. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.16925/di.v19i25.1823>
- Romero, M., & Josué de Jesús. (2016). Economic growth and energy consumption: The Energy-Environmental Kuznets Curve for Latin America and the Caribbean. Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116002641>
- Sánchez, V. (2017). Relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, un análisis a nivel global por niveles de ingresos. Revista Económica. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/454/361>
- Scruggs, L. A. (1998). Political and economic inequality and the environment. Ecological Economics, 26(3), 259-275. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00118-3)

- Selden, T., & Song, D. (1994). environmental quality and development: in there a Kuznets curve for air pollution emissions? journal of environmental economic and management. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009506968471031X>
- Shahbaz, M., Shafiullah, M., Khalid, U., & Song, M. (2020). A nonparametric analysis of energy environmental Kuznets Curve. Elsevier. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104814>
- Stern, D., & Common, M. (2001). Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur? 1. Idea library. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009506960091132X>
- Vega Quezada, C., Varela Veliz, G., Martínez Jiménez, D., Soto González, C., & Soto González, C. (2019). Perspectivas sobre Crecimiento Económico y Medio Ambiente: Curva Ambiental de Kuznets en la Alianza del Pacífico. Cumbres. Obtenido de <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/451>
- Zhang, X.-P., & Cheng, X.-M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180090900216X>

Anexos

Anexo 1.

Resumen estadístico de variables del modelo final

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>ypcc</i>	493	5673.588	3398.144	1051.37	15076.86
<i>xm</i>	493	48.67744	22.65127	9.051355	119.9565
<i>l</i>	493	1.28E+07	2.11E+07	929087	1.06E+08
<i>cer</i>	493	36.41295	18.46195	7.4608	79.15028

Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

Anexo 2.

PIB per cápita promedio, países latinoamericanos (1990-2018).

País	PIB per cápita
Chile	10889.479
Uruguay	10205.263
Brasil	9727.202
México	9096.45
Argentina	8863.73
Costa Rica	7142.42
Panamá	7017.80
Colombia	5781.81
República Dominicana	4674.75
Ecuador	4336.97
Perú	4176.87
Paraguay	4051.39
El Salvador	2816.70
Guatemala	2673.10
Bolivia	1804.97
Honduras	1776.61
Nicaragua	1415.43

Nota. Millones de dólares a precios constantes de 2010.

Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial 2021.

Anexo 5.

Prueba de Hausman, primer especificación del modelo.

	— Coefficients —			
	(b) fijos_log1	(B) aleatorios~1	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lnypcc	.384659	.3316692	.0529898	.0315629
lnxm	.0763249	.0453185	.0310063	.0086528
lnl	.882282	.9802549	-.0979729	.0417082
lncr	-.3230196	-.3453844	.0223648	.0077176
lngini	-.0388644	.034613	-.0734774	.0090721

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
 = 87.68
 Prob>chi2 = 0.0000
 (V_b-V_B is not positive definite)

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6.

Segunda especificación del modelo (final), regresión de efectos fijos.

Fixed-effects (within) regression Number of obs = 493
 Group variable: id Number of groups = 17

R-sq: Obs per group:

within = 0.8885	min = 29
between = 0.9842	avg = 29.0
overall = 0.9784	max = 29

corr(u_i, Xb) = 0.7733 F(5,471) = 750.72
 Prob > F = 0.0000

lnco2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnypcc	.384659	.048647	7.91	0.000	.2890669	.480251
lnxm	.0763249	.0222773	3.43	0.001	.0325497	.1201
lnl	.882282	.0538239	16.39	0.000	.7765173	.9880467
lncr	-.3230196	.0305539	-10.57	0.000	-.3830585	-.2629807
lngini	-.0388644	.1122325	-0.35	0.729	-.2594027	.1816739
_cons	-6.268112	.5842737	-10.73	0.000	-7.416218	-5.120006
sigma_u	.31574448					
sigma_e	.10918577					
rho	.89319166	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(16, 471) = 72.61 Prob > F = 0.0000

Fuente: elaboración propia.

