



## CO<sub>2</sub> crecimiento económico y densidad poblacional: un análisis de economías en vías de desarrollo

## CO<sub>2</sub> emissions, economic growth and population density: an analysis of developing economies

Wilman Santiago Ochoa-Moreno<sup>1</sup>, Priscilla Massa-Sánchez<sup>2</sup>, Liz Valle-Carrión<sup>3</sup>, Génesis Carolina Torres<sup>4</sup>,

<sup>1</sup> Jefe de Métodos Cuantitativos e investigador del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja Ecuador, San Cayetano alto y París.

<sup>2</sup> Investigador del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja. San Cayetano alto y París

<sup>3</sup> Investigador del Departamento de Ciencias Empresariales, Universidad Técnica Particular de Loja. San Cayetano alto y París

<sup>4</sup> Asistente de investigación del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja

Correspondencia: wsochoa@utpl.edu.ec; pmasa@utpl.edu.ec; lavalle1@utpl.edu.ec; gctorres7@utpl.edu.ec

### Resumen

En este trabajo se explora la validez de la hipótesis de la curva de medio ambiente de Kuznets (EKC) para 12 países de América Latina y se prueba si existe evidencia que un país ha reducido las emisiones de dióxido de carbono ya que sus ingresos han aumentado también, y cómo afecta el crecimiento poblacional en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para esto se estimó un modelo de panel de efectos fijos, donde se obtuvo que las variaciones del logaritmo de Producto interno bruto de cada país influyen en 0.30 en las variaciones del logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub> también se determinó que existe una relación negativa entre el crecimiento poblacional y el logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto se da por que en países o en años donde la población decrece, sigue incrementando las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Palabras clave: Medio ambiente, modelo de panel, América Latina

### Abstract

This paper explores the validity of the Kuznets environmental curve (EKC) hypothesis for 12 countries in Latin America and tests whether there is evidence that a country has reduced carbon dioxide emissions as its income has increased. Also, and how it affects the population growth in the CO<sub>2</sub> emissions. For this a model of fixed effects panel was estimated, where it was obtained that the variations of the logarithm of gross domestic product of each country influence in 0.30 in the variations of the logarithm of the CO<sub>2</sub> emissions. It was also determined that there is a negative relationship between population growth and the logarithm of CO<sub>2</sub> emissions, this occurs because in countries or in years where the population decreases, it continues to increase CO<sub>2</sub> emissions.

**Key words:** Environment, panel model, Latin America.



## **Introducción**

La combustión de productos orgánicos primordialmente los derivados del petróleo desde la revolución industrial unido a la deforestación causada por la actividad humana han incrementado en gran medida el nivel de concentración del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Es trascendental mencionar que los combustibles fósiles más utilizados son el carbón, el gas natural y el petróleo. Al producirse la combustión de los combustibles fósiles, el carbón contenido es devuelto casi por completo como CO<sub>2</sub> y estos son usados principalmente por los sectores energéticos, transporte y producción industrial (Benito, 2016).

Bajo esta premisa, el legado de emisiones de gases invernadero y el creciente consumo mundial de energía, parece inevitable un mayor calentamiento de la tierra. Esta velocidad de cambio está amenazando a los sistemas sociales y ambientales, que no pueden adaptarse al mismo ritmo. Se incrementan eventos meteorológicos extremos, con graves consecuencias en todos los ámbitos. A menudo la presencia de estos fenómenos se relaciona directamente con el aumento de emisiones de los gases efecto invernadero producidas por las actividades humanas. Para contrarrestar estos impactos negativos surgen iniciativas nacionales e internacionales con el objetivo de reducir las emisiones en la atmósfera principalmente dióxido de carbono –CO<sub>2</sub>.

Las nuevas estimaciones de la FAO sobre los gases de efecto invernadero muestran que las emisiones procedentes de la agricultura, la silvicultura y la pesca se han casi duplicado en los últimos cincuenta años, y podrían aumentar en un 30 por ciento adicional para 2050, si no se lleva a cabo un esfuerzo mayor para reducirlas. Una de las estadísticas más referidas en las evaluaciones de los recursos forestales es la pérdida neta de área de

bosque, en este campo, la pérdida de área forestal en el mundo entre los años 1990 y 2005 fue de 3.2%, un área equivalente a Panamá, Dinamarca y Estonia (FAO, 2010). En América Latina y el Caribe también existe el mismo comportamiento, el cual muestra una tendencia de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sólo cuatro países presentan tendencias a la baja entre 2000 y 2010: Belice, Guatemala, Jamaica y República Dominicana. Además, durante los últimos 20 años solo en seis países se ha incrementado la superficie cubierta por bosques: Chile, Costa Rica, Cuba, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Uruguay (CEPAL, 2015). En el último ranking de los países que más CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) emiten, realizado por la Comisión Europea, se sitúa a Brasil y México como los dos países iberoamericanos que más contaminan. Ambos estados están entre los 20 primeros de la lista. Brasil se sitúa en el puesto 15 emitiendo 486.229 kilotonnes de CO<sub>2</sub> y México le sigue con 472.017 kilotonnes.

Los países iberoamericanos que también constan en la lista son Argentina, Venezuela, Chile y Colombia siendo los menos contaminantes Puerto Rico, Nicaragua y Paraguay. Nicaragua es uno de los tres países que no forma parte del Acuerdo de París (los otros dos son Siria y recientemente EE. UU.).

En este contexto el Protocolo de Kioto, el primer acuerdo internacional para afrontar el cambio climático, estipula que los países industrializados, históricamente responsables de la mayor cantidad de emisiones a la fecha, deben actuar primero para frenar las emisiones, dando tiempo a los países en desarrollo para que sus economías crezcan y aumenten el estándar de vida de sus habitantes.

Con esta perspectiva es necesario observar la dinámica económica ambiental en América

Latina, con el fin de verificar si existe o no una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, es decir, al verificar la existencia de la CKA en Latinoamérica y posteriormente identificar su relación con la tasa de crecimiento de la población y las emisiones de CO<sub>2</sub>

## **Revisión de la literatura**

### **Kuznets**

Kuznets (1995) planteó la hipótesis respecto a la relación entre la desigualdad de ingresos y el crecimiento económico tiene forma de U invertida; es decir, al inicio del proceso de desarrollo se evidencia una distribución del ingreso bastante equitativa. No obstante, a medida que se acelera el crecimiento económico, la relación equidad/ingreso per cápita se deteriora, hasta alcanzar un nivel máximo de desigualdad (turning point); a partir de este punto, conforme aumenta el ingreso la equidad mejora (Cuevas y Santos 2006). Desde la publicación de Shafik y Bandyopadhyay (1992). Se ha aplicado la relación equidad/ingreso al campo de los estudios medio ambientales, lo que ha permitido concluir que la relación que existe entre crecimiento económico y deterioro de las condiciones ambientales presenta la forma de una U invertida, es a esta relación que se le denomina Curva de Kuznets Ambiental (CKA). En el campo de la economía ambiental dicha curva se ha convertido en uno de los temas más relevantes y ha generado intensos debates (Grossman y Kruger, 1991).

La CKA establece que un país, en sus primeras etapas de desarrollo, genera pérdidas necesarias en términos de calidad del medio ambiente, las cuales se compensarán a futuro con las ganancias que surgen una vez que se supera un umbral o punto máximo de renta per cápita, ya que el continuo aumento del producto provocará un mejoramiento de la calidad ambiental (Stern y Common, 2001;

Nahman y Antrobus, 2005). De esta manera, y conforme con la CKA, la degradación ambiental es un costo necesario para sostener el proceso de crecimiento en sus etapas más tempranas, pero una vez superado determinado nivel crítico, sucesivos aumentos de producto redundan en mejoras en la calidad ambiental (Zilo, 2012; Catalán, 2014).

La hipótesis de la CKA implica esencialmente aspectos de política pública, ya que tanto el deterioro como el mejoramiento de la calidad ambiental son generados por el crecimiento económico (Galeotti et al., 2006; Catalán, 2014) Además, si la degradación ambiental es imprescindible en las etapas tempranas del crecimiento económico, la mejor manera de mejorar la calidad del medio ambiente es que los países aceleren considerablemente su crecimiento económico (Beckerman, 1992). En la CKA se presentan tres efectos: escala, composición y tecnología (Grossman y Krueger, 1991). El efecto escala, es el proceso en el que el deterioro en la calidad ambiental es necesario para sostener el crecimiento económico. El efecto composición se basa en el criterio de que el crecimiento económico implica cambios en la estructura productiva, y se explica porque en la medida que el proceso de industrialización llega a su punto máximo genera también el crecimiento del sector servicios, cambiando la composición de la economía sectorial. El efecto tecnología, plantea que las naciones más desarrolladas tienen mayor capacidad para invertir en innovación y desarrollo de tecnologías limpias, con esto el efecto escala disminuye. De esta manera, el efecto escala se produce en las etapas tempranas de crecimiento de los países con bajos niveles de ingreso, así la relación entre deterioro ambiental e ingreso per cápita llega a un punto de inflexión (turning point). Mientras que, los efectos composición y tecnología surgen cuando la economía alcanza el nivel máximo de desarrollo, ya que el deterioro

ambiental se detiene y los ingresos siguen aumentando (Rothman, 1998).

En otro aspecto, si los bienes y servicios ambientales se utilizan como bienes de consumo de insumo en el proceso productivo, es necesario considerar su correspondiente elasticidad ingreso (Shaik y Bandyopadhyay, 1992; Tilton, 1990; Bruyn, and Opschoor, 1997; Goldemberg, 1992). La mejora de la calidad ambiental como necesidad, se convierte en prioritaria solamente cuando los individuos han cubierto sus necesidades básicas -alimentación, educación, vivienda, salud-; así, el segmento más pobre de la sociedad exigirá mejoras en la calidad ambiental, en la medida en que sus necesidades estén cubiertas. De esta manera, las personas que alcanzan un determinado nivel de vida darán un mayor valor a los bienes y servicios ambientales, y su disposición a pagar por ellos será superior al crecimiento del ingreso (Jusmet y Padilla, 2003); además, mientras más desarrollada es una sociedad, su nivel de educación y su capacidad técnica también son mayores, lo que repercute en un mayor nivel de exigencia de política pública, regulación y monitoreo (Justmet y padilla, 2003; Dinda, 2004). Hay que tomar en cuenta que las personas que viven en el sector rural dependen directamente de los recursos naturales, y son los más perjudicados con la disminución de su cantidad o calidad; consecuentemente, estas personas no necesitan incrementar notablemente sus ingresos para demandar una mejor calidad ambiental, su disposición a pagar es elevada, sin embargo, su capacidad de pago depende de su nivel ingreso (Dasgupta et al., 2000; Zilo, 2012). Ante incrementos en el ingreso la capacidad de consumo también aumenta, esto se puede traducir en una mayor presión sobre los recursos y en el deterioro del medio ambiente.

Los países desarrollados cuentan con un

robusto marco institucional, y tanto la regulación ambiental como el grado de apertura comercial tienden a ser más fuertes que en los países menos desarrollados (Panayotou, 1997; Hettige et al., (2000); Bhattarai y Hamming, 2001; Jenkins, 2003; Cole y Neumayer, 2005; Kearsley y Riddel, 2010). Esto hace que los países menos desarrollados sean preferidos para localizar industrias intensivas en contaminación, como una manera de escapar de la legislación ambiental coercitiva vigente en los países desarrollados (Zilo, 2012).

De la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) se deriva otra hipótesis, la Curva de Kuznets de Carbono (CKC), cuyo estudio se ha tornado decisivo al momento de diseñar política pública y aplicar medidas de adaptación y mitigación para contrarrestar los efectos del cambio climático. Si el cambio climático es un problema global para Schelling (Schelling, 1992), es ilógico que solamente los países desarrollados tengan una fuerte institucionalidad y un marco legal riguroso en aspectos medioambientales, mientras que los países menos desarrollados son considerados paraísos de contaminadores y son más vulnerables a los efectos del cambio climático. El análisis de la CKC en los países menos desarrollados es relevante porque sus emisiones de CO<sub>2</sub> se han incrementado en los últimos años, mientras que en los países desarrollados ha sucedido lo contrario (International, Energy agency, 2011). En América Latina y El Caribe, la vulnerabilidad al cambio climático está determinada por las características de sus ecosistemas, la densidad poblacional, la superficie de terreno, la infraestructura, los cambios en el uso del suelo, los cultivos, la creciente urbanización (Sunkel, 2012), la composición de sus matrices energéticas -intensivas en carbono, la desigualdad en la distribución del ingreso y la deforestación (Zilo, 2012). En este contexto, la CKC y el consecuente análisis de la relación entre CO<sub>2</sub>

y producto, es relevante al momento de diseñar política pública orientada a la adaptación y mitigación de efectos del cambio climático en las áreas vulnerables de cada país.

A nivel internacional, los estudios que se han realizado sobre sobre la CKC presentan evidencia contradictoria respecto a la relación que existe entre la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y el Producto Interno Bruto (PIB), así (Martínez-Zarzoso et al., 2007; Galeotti et al., 2006, Munet et al., 2016) concluyen una relación positiva entre las dos variables; sin embargo, para (Dinda y Coondoo, 2006) no existe relación de largo plazo entre estas variables. Indudablemente, los resultados han dependido de la metodología y de los datos utilizados en las investigaciones. Hay trabajos que utilizan escenarios de panel como el de Bertinelli y Strobl, (2005) que concluyen que la relación entre emisiones de CO<sub>2</sub> y producto es mayor cuando los ingresos son bajos, y se estabiliza cuando los ingresos se incrementan; por su parte Poudel et al., (2016), concluye una relación en forma de N entre las emisiones de CO<sub>2</sub> que provienen de la quema de combustibles fósiles y la renta per cápita.

Desde la perspectiva de Barrios y Strobl (2009), plantean que las diferentes capacidades tecnológicas utilizadas en el proceso productivo, son el soporte para el surgimiento de la U-invertida a escala regional. Williamson (2005), considera la posibilidad de una relación inicialmente creciente y luego decreciente entre la desigualdad regional y el crecimiento nacional, argumentando que si bien el stock de recursos naturales entre regiones es diferente, éste determina en primer lugar la localización de las zonas industriales de transformación de estos recursos, en segundo lugar la movilidad de mano de obra hacia estas zonas, y en tercer lugar el beneficio de la política pública que privilegia estas zonas. También se ha asocia-

do directamente a la CKC con las condiciones de desigualdad y pobreza de los países, (Williamson, 2005) argumentan que el aumento de la desigualdad, medida por el índice de Gini, se asocia a la generación de mayores contaminantes.

### **Emisiones de CO<sub>2</sub> en el contexto latinoamericano**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el taller sobre los gases de efecto invernadero (GEI) muestran que las emisiones en Latinoamérica se han duplicado en los últimos años y seguirán aumentando si no se lleva a cabo un esfuerzo mayor para reducirlas. Los nuevos datos de la FAO proporcionan también una visión detallada de las emisiones del uso de energía en el sector agrícola a partir de fuentes tradicionales de combustible, incluyendo la electricidad y los combustibles fósiles quemados para mover maquinaria agrícola, bombas de riego y buques pesqueros. Estas emisiones superaron los 785 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq en 2010, con un crecimiento del 75 por ciento desde 1990 (FAO, 2014).

Según la base de datos FAOSTAT, las emisiones agrícolas en la región latinoamericana crecieron de 388 millones de toneladas de equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> eq) en 1961, a más de 900 millones de toneladas en 2010. Las emisiones netas forestales y las asociadas mostraron una fuerte disminución en los últimos años, quedando en promedio alrededor de unos 1500 millones de toneladas durante el 2000.

Un aporte al estudio del cambio climático de Zilio (2008), Emisiones de dióxido de carbono en América Latina, señala que las mayores concentraciones de gases de efecto invernadero en la troposfera provienen de la actividad humana. En este contexto, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

juegan un rol preponderante, puesto que son la principal causa del calentamiento global. Más escasos estudios han sido los realizados específicamente para América Latina y el Caribe. En este sentido cabe mencionar los estudios para América Latina de; Correa et al., (2005) para Colombia; y, Lipford y Yandle, (2010) para México.

### Metodología

Para examinar la relación entre las emisiones de dióxido de carbono, el ingreso nacional y la densidad poblacional, que es una modificación de la curva de Kuznets ambiental (EKC), se utilizaron las siguientes variables:

**Tabla 1.** Variables del modelo

| Variable | Detalle   | Fuente          |
|----------|---|-----------------|
| CO2      | Emisiones de carbono expresado en toneladas, Las emisiones de dióxido de carbono son las derivadas de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y la quema de gas. | World Bank 2016 |
| PIB      | Producto interno bruto expresado en USD actuales es el conjunto de bienes y servicios producidos en cada país cada año  | World Bank 2016 |
| POB      | Tasa de crecimiento de la Población en porcentajes, es la tasa de incremento de la población por cada país.   | World Bank 2016 |

La ecuación es la siguiente:

$$\text{LNCO}_{2it} = \alpha + \text{LNPIB}_{it} + \text{POB}_{it} + \mu_{it}$$

Donde:

- LNCO<sub>2</sub> es el logaritmo de la emisión de CO<sub>2</sub>
- LNPIB (GDP) es el logaritmo del producto interno bruto
- POB es la tasa de crecimiento de la población
- i es la identificación de cada país
- t es el periodo de análisis (años)

Para el modelo se consideró el logaritmo natural de las variables CO<sub>2</sub> y PIB puesto que se encontraban en diferentes medidas y se dejó en porcentajes la tasa de población para considerar el incremento y decremento de esta.

## Resultados y discusión

Para cumplir con el objetivo de la investigación se analizó primero las tendencias de las variables en cada país (figura 1 y 2).

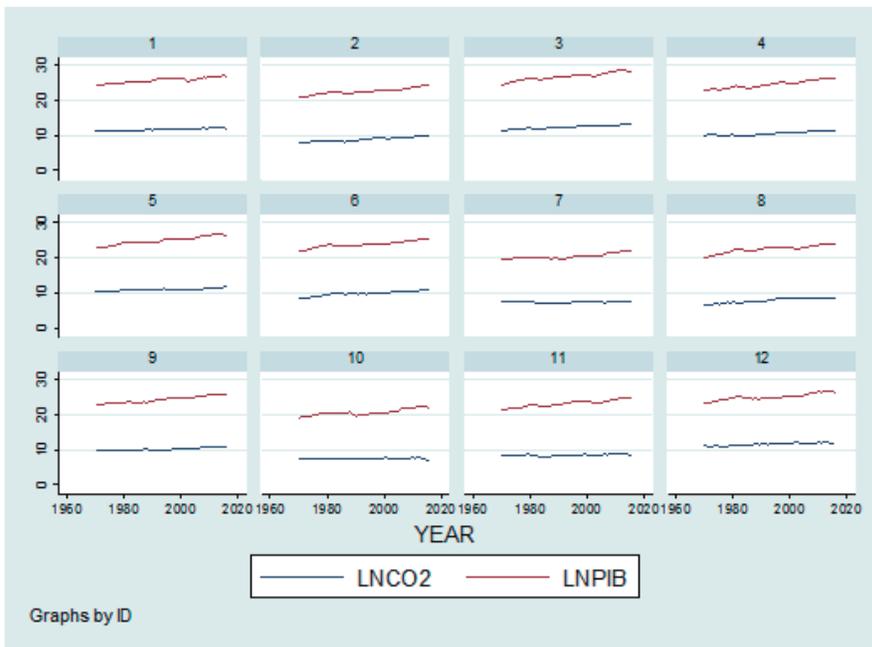
Cada número corresponde a la información de un país cómo se muestra en la tabla 2

**Tabla 2.** Códigos utilizados para el análisis gráfico de cada país.

| Código | País      |
|--------|-----------|
| 1      | Argentina |
| 2      | Bolivia   |
| 3      | Brasil    |
| 4      | Chile     |
| 5      | Colombia  |
| 6      | Ecuador   |
| 7      | Guyana    |
| 8      | Paraguay  |
| 9      | Perú      |
| 10     | Surinam   |
| 11     | Uruguay   |
| 12     | Venezuela |

En la figura 1 se observa que la relación es directa entre el logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el logaritmo del PIB en el periodo 1970-2016. Sin embargo, en los últimos años

países como Argentina, Brasil, Ecuador y Venezuela presentan una tendencia a la baja del PIB, pero incremento en el logaritmo de las emisiones.



**Figura 1.** Relación entre logaritmo de emisiones de CO<sub>2</sub> y logaritmo del PIB

La figura 2 muestra una relación inversa entre el logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la población, esto se da debido a que la tasa de crecimiento de la población ha disminui-

do en los últimos años incluso en algunos periodos de tiempo y años esta tasa es negativa para varios países.

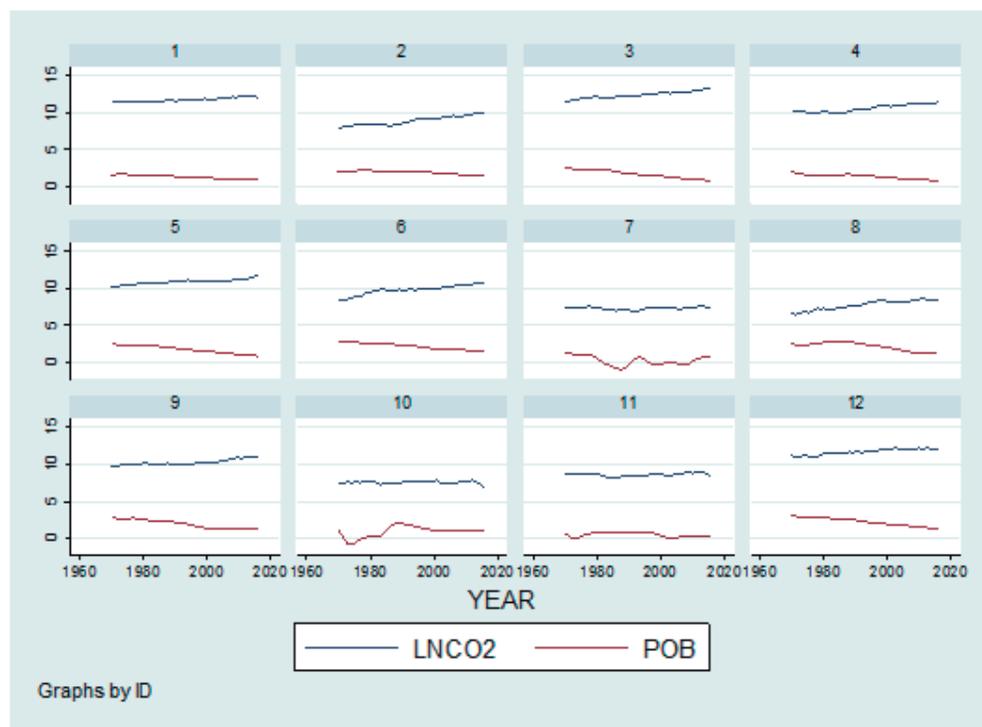


Figura 2. Relación entre el logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la tasa de crecimiento población en los doce países de estudio.

Para ahondar más en la relación se estableció un modelo de regresión con datos de panel, previa selección del mejor modelo con datos de paneles fijos o aleatorios, para lo cual se realizó el test de Hausman.

### Test de Hausman para efectos fijos

Para decidir cuál es el estimador estático (fijo o variable) más adecuado para una regresión de panel Wooldridge (2016) emplea el Test de Hausman el cual compara los datos obtenidos por medio de los estimadores de efectos fijos y aleatorios e identifica si las diferencias entre ellos son significativas.

no correlación entre los xi y las variables explicativas.

H<sub>0</sub>: No diferencia sistemática entre los coeficientes

H<sub>1</sub>: Diferencia sistemática entre los coeficientes

Con lo cual si la probabilidad chi<sup>2</sup> es mayor a 0.05 rechaza H<sub>0</sub>, es decir, no hay correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas, lo que indica que el estimador aleatorio debe ser utilizado, en el caso contrario se utilizará el estimador de efectos fijo, para un mejor resultado se utilizó sigmaless en el análisis de resultados.

La hipótesis nula comprueba la existencia de

**Tabla 3.** Test de Hausman

|  | (b)        | (B)        | (b-B)      | sqrt(diag(V_b-V_B)) |
|--|------------|------------|------------|---------------------|
|  | fe re      |            | Difference | S.E.                |
| LNGDP  | 0.3056204  | 0.3282773  | -0.0226569 | 0.0031354           |
| POP  | -0.1798618 | -0.1448418 | -0.03502   | 0.0054043           |
| <b>chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b - B)</b> |            |            |            |                     |
| <b>= 54.99</b>                                 |            |            |            |                     |
| <b>Prob&gt;chi2 = 0.0000</b>                   |            |            |            |                     |

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

Dado que la probabilidad chi2 es menor que 0.05 se rechaza H0 por lo cual se trabajará con efectos fijos. Una posibilidad es explicar los datos con el modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. Con este modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de

cada una de ellas, medidas por medio del intercepto.

Panel con estimador de efectos fijos

Dada la prueba anterior se estimó el modelo de Panel con datos fijos, a través del software panel se aplicó estadísticos robustos para que la estimación sea adecuada y evitar cualquier problema de Heterocedasticidad. Los resultados se presentan a continuación.

**Tabla 3.** Resultados de la regresión de efectos fijos con datos de panel

| LNCO2   | Coef.      | Std. Err. | t     | P>t   | P>t                              | [95% Conf. | Interval] |
|---------|------------|-----------|-------|-------|----------------------------------|------------|-----------|
| LNGDP   | 0.3056204  | 0.0538824 | 5.67  | 0.000 | 0.187026                         | 0.4242149  |           |
| POB     | -0.1798618 | 0.0705856 | -2.55 | 0.027 | -0.3352197                       | -0.0245039 |           |
| _cons   | 2.819.004  | 1.310.617 | 2.15  | 0.055 | -0.0656434                       | 5.703.652  |           |
| sigma_u | 12.462.553 |           |       |       |                                  |            |           |
| sigma_e | 0.25434474 |           |       |       |                                  |            |           |
| rho     | 0.9600139  |           |       |       | (fraction of variance due to ui) |            |           |

Como se puede ver en la tabla 3, Las variables analizadas presentaron resultados significativos, es decir, se rechaza la hipótesis nula de no relación entre las variables analizadas y el logaritmo de las emisiones de CO2. Tanto los valores p del logaritmo del PIB como el de la población son menores a 0.05 por lo tanto son significativos. Es decir,

si el logaritmo del PIB incrementa en 1 unidad, el logaritmo de las emisiones incrementará en 0.31. Mientras que a pesar de que la tasa de crecimiento de la población disminuya en 1 unidad el logaritmo de las emisiones de CO2 seguirá incrementando en 0.178 unidades.

## Conclusiones

El modelo panel ajustado con efecto fijo arroja resultados consistentes con la teoría de renta de Kuznets, que explica la forma en que el valor de las emisiones se incrementa de acuerdo con las variaciones del logaritmo del PIB y con la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, es importante resaltar que si la población se incrementa podría generar más contaminación, esto podría estar ligado a otras variables como edad, educación, cultura o tipo de trabajo, lo cual es un tema interesante para futuras publicaciones. Es preciso enfatizar que el crecimiento debe ir acompañado de políticas que fomenten el desarrollo sostenible. Así mismo, los bienes y servicios ambientales se utilizan como bienes de consumo e insumo en el proceso productivo, por aquello se debe considerar la mejora de la calidad ambiental como necesidad, pues, aunque la población decrezca, la contaminación sigue en aumento.

## Literatura Citada

- Barrios, S., y Strobl, E. (2009). The dynamics of regional inequalities. *Reg. Sci. Urban Econ*, vol. 39, no. 5, pp. 575–591.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?. *World Dev*, vol. 20, no. 4, pp. 481–496.
- Benito, Y. (2016). Guía específica de Trabajo sobre y Cambio Climático,” Programa Investiga I+D+i - Documentación de ediciones anteriores. [Online]. Available: [http://programainvestiga.org/documentacion\\_historica.php](http://programainvestiga.org/documentacion_historica.php). [Accessed: 21-Mar-2019].
- Bertinelli, L., y Strobl, E. (2005). The environmental Kuznets curve semi-parametrically revisited. *Econ. Lett*, vol. 88, no. 3, pp. 350–357.
- Bhattarai, M., y Hamming, M. (2001). Institutions and the environmental Kuznets curve for deforestation: a crosscountry analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Dev*, vol. 29, no. 6, pp. 995–1010.
- Catalán, H. (2014) “Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable,” *Econ. Inf*, vol. 389, pp. 19–37.
- CEPAL, (2015). Emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe | Infografía | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/infografias/crecimiento-de-las-emisiones-de-co2-en-america-latina>. [Accessed: 25-Mar-2019].
- Cole, M., y Neumayer, E. (2005). Environmental policy and the environmental kuznets curve: can developing countries escape the detrimental consequences of economic growth?.
- Correa, F., Vasco, A., y Perez, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia, *Semest. Econ*, vol. 8, no. 15, pp. 12–30.
- Cuevas, D., y Santos, L. (2006). La Curva de Kuznets Ambiental (CKA).
- De Bruyn, S., y Opschoor, J. (1997). Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. *Ecol. Econ*, vol. 20, no. 3, pp. 255–268.
- Dasgupta, S., Hettige, H., y Wheeler, D. (2000). What improves environmental compliance? Evidence from Mexican industry J. *Environ. Econ. Manage*, vol. 39, no. 1, pp. 36–66.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecol. Econ*, vol. 49, no. 4, pp. 431–455.

- Dinda, S., y Coondoo, D. (2006). Income and emission: A panel data-based cointegration analysis. *Ecol. Econ*, vol. 57, no. 2, pp. 167–181.
- Ekins, P., Speck, S. (2000). Proposals of environmental fiscal reforms and the obstacles to their implementation. *J. Environ. Policy Plan*, vol. 2, no. 2, pp. 93–114.
- FAO, (2010). National deforestation estimates in percent and agricultural statistics. Global forest resources assessment. Rome, Italy.
- FAO. (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, “FAO - Noticias: Aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura,” Roma. Available: <http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>. [Accessed: 22-Mar-2019].
- Galeotti, M., Lanza, A., y Pauli, F. (2006). Reassessing the environmental Kuznets curve for CO2 emissions: A robustness exercise. *Ecol. Econ.*, vol. 57, no. 1, pp. 152–163.
- Grossman, G., y Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research Working Paper 3914. *Natl. Bur. Econ. Res*, vol. No. w3914.
- Goldemberg, J. (1992). Energy technology development. *Ambio*, vol. 21, no. 1, pp. 14–7.
- Hettige, H., Mani, M., y Wheeler, D. (2000). Industrial pollution in economic development: the environmental Kuznets curve revisited. *J. Dev. Econ*, vol. 62, no. 2, pp. 445–476.
- International Energy Agency (2011). World Energy Outlook. OECD/IEA.
- Jenkins, R. (2003) “La apertura comercial; ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?,” *Rev. la Cepal*.
- Jusmet, J., y Padilla, E. (2003). Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España: la curva de Kuznets ambiental y el Protocolo de Kyoto. *Econ. Ind*, vol. 351, pp. 73–86.
- Kearsley, A., y Riddel, M. (2010). A further inquiry into the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve. *Ecol. Econ*, vol. 69, no. 4, pp. 905–919.
- Kuznets, S. (1995). Economic Growth and Income Inequality. *Am. Econ. Rev.*, vol. 45, no. 1, pp. 1–28.
- Lipford, J., y Yandle, B. (2010). NAFTA, Environmental Kuznets Curves, and Mexico’s Progress,” *Glob. Econ. J.*, vol. 10, no. 4.
- Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A., y Morales - Lage, R. (2007). The impact of population on CO2 emissions: evidence from European countries. *Environ. Resour. Econ*, vol. 38, no. 4, pp. 497–512.
- Mun, N., Andrés-Rosales, R., y Romero, L. (2016). Crecimiento económico y la contaminación medioambiental en las ciudades mexicanas. *J. Iber. Lat. Am. Res*, vol. 22, no. 1, pp. 31–44.
- Nahman, A., y Antrobus, G. (2005). The environmental Kuznets curve: A literature survey,” *South African J. Econ*, vol. 73, no. 1, pp. 105–120.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environ. Dev. Econ*, vol. 2, no. 4, pp. 465–484.
- Poudel, B., Paudel, K., y Bhattarai, K. (2016). Searching for an Environmental Kuznets Curve in Carbon Dioxide Pollutant in Latin American Countries *J. Agric. Appl.*

Econ, vol. 41, no. 01, pp. 13–27.

trends and prospects.

Rothman, D. (1998). Environmental Kuznets curves—real progress or passing the buck?: A case for consumption-based approaches. *Ecol. Econ* 1998, vol. 25, no. 2, pp. 177–194.

Sunkel, G. (2012). Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina: Algunos casos de buenas prácticas.

Schelling, T. (1992). Some economics of global warming. *Am. Econ. Rev*, vol. 82, no. 1, pp. 1–14.

Shafik, N., y Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality Evidence. World Bank.

Stern, D., y Common, M. (2001). Is there an environmental Kuznets curve for sulfur. *J. Environ. Econ.*, vol. 41, no. no 2, pp. 162–178.

Tilton, J. (1990). World metal demand:

Williamson, J. (2005). Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of the Patterns. *Econ. Dev. Cult. Change*, vol. 13, no. 4, Part 2, pp. 1–84.

Wooldridge, J. (2016). *Introductory econometrics : a modern approach*, Cengage Learning. Boston, MA.

Zilio, M. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina: un aporte al estudio del cambio climático. *Econ. y Soc*, vol. 13, no. 22, p. 5.

Zilio, M. (2012). Curva de Kuznets ambiental: La validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuad. Econ*, vol. 35, no. no 97, pp. 43–54.

Zilio, M. (2012). El rol de la política energética en las emisiones por generación eléctrica de América Latina. *Rev. Ciencias Económicas*.