

Crecimiento económico y emisiones de CO²: el caso de los países suramericanos

Economic growth and CO² emissions: the case of South American countries

Juan Carlos VERGARA SCHMALBACH [1](#); Francisco Javier MAZA AVILA [2](#); Víctor Manuel QUESADA IBARGÜEN [3](#)

Recibido: 21/11/2017 • Aprobado: 20/12/2017

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

Este artículo muestra la relación entre el crecimiento económico y el deterioro medioambiental de los países suramericanos, para el periodo 2000-2012. Se aplica el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios a las dos variables que describen la Curva Ambiental de Kuznets: el PIB per cápita y la emisión de CO². Los resultados muestran que el PIB per cápita refleja la influencia de los cambios en el nivel de ingreso sobre la polución medio ambiental, para 7 de los 9 países evaluados.

Palabras-Clave: Contaminación, Emisiones de CO², Crecimiento económico, Medio ambiente.

ABSTRACT:

This article aims to show the relationship between economic growth and environmental degradation of the South American countries in the period 2000-2012. For this we have applied the method of Ordinary Least Squares the two variables describing the Environmental Kuznets Curve: GDP per capita and CO². The results show that GDP per capita reflects the influence of changes in the level of income on environmental pollution, for 7 of the 9 countries surveyed

Keywords: Pollution, CO² Emissions, Economic Growth, Environment.

1. Introducción

El crecimiento económico suele promulgarse como sinónimo de bienestar social e individual en un mundo globalizado y occidentalizado, convirtiéndose en una meta idealizada para las naciones que están sumidas en la desigualdad y la pobreza. En este sentido, dicho crecimiento -a partir de cualquier actividad económica- es soportado por el medio ambiente de forma

directa, cuando ésta provee recursos y materia prima para la producción de bienes y servicios, e indirecta, a través de los servicios provistos por el ecosistema (Everett, Ishawaran, Ansaloni y Rubin, 2010).

La relación entre crecimiento económico y medio ambiente es un tema controversial. La teoría económica tradicional propone un canje entre crecimiento económico y calidad del medio ambiente (Lee, Chung y Koo, 2005), donde puede convivir una relación destructiva o de mutua ayuda. El primer caso conlleva a la hegemonía de los intereses económicos, provocando una destrucción continua del medio ambiente. En este punto, los países superponen las condiciones requeridas por el mercado en favor del aumento de la producción –aunque, según Lee *et al.* (2005), un mayor crecimiento de la escala de producción provoca una mayor polución- y el consumo, sin ajustar los controles a la explotación de las materias primas y la emisión de contaminantes, causando un estrés en el medio ambiente en todos los sistemas económicos a nivel planetario (Munda, Nijkamp y Rietveld, 1994). En etapas tempranas del crecimiento económico, la degradación y la polución se incrementan, aunque varios casos empíricos arrojan que esta tendencia se puede invertir cuando se logra alcanzar el estado de país desarrollado, beneficiando así al medio ambiente (Stern, 2004).

Siendo Suramérica una región integrada por países en vía de desarrollo, se pretende evidenciar esta relación de destrucción del medio ambiente en el presente siglo (2000 – 2012) apoyada por la visión clásica, donde el crecimiento económico se considera supeditado a un aumento de la emisión de CO² a la atmosfera, uno de los principales causantes del cambio climático global. El aporte de este artículo se traduce en un análisis de la situación actual en materia ambiental de los países suramericanos, a partir del esquema metodológico revisado, realizando un tratamiento individualizado de los datos por cada país.

1.1. La relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente

El rol de la política ambiental de un país se cernie en gestionar la provisión y uso de los recursos ambientales en el camino de proporcionar prosperidad, y debe traducirse en instrumentos basados en el control del mercado, la regulación directa, el control del gasto público y la implementación de programas tecnológicos (Everett et al., 2010). La gestión ambiental se convierte, entonces, en una crítica a las prácticas tradicionales de negocio que ignoran el impacto de las actividades económicas en el ambiente natural y encamina los esfuerzos para reducir la polución, atraer a nuevos consumidores ecológicos y desarrollar productos verdes (Levy, 1997).

Pese al importante rol que juegan las políticas ambientales en mantener un equilibrio entre el mercado y el medio ambiente, la experiencia de la ejecución de este tipo de políticas en los países en desarrollo muestra resultados adversos. Según Panayotou (1994), las políticas ambientales aplicadas en los países en desarrollo están divorciadas de la política económica y la sostenibilidad ambiental, condición que se mantiene vigente a través de los resultados de diversos estudios empíricos (Agras y Chapman, 1999; Bringezu, Schütz, Steger y Baudisch, 2004; Dinda, 2004; Lee et al., 2005; Sayed, 2013), donde se evidencia el aumento de ciertos contaminantes -dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros-, validando la hipótesis de un crecimiento económico destructor de la naturaleza.

De lo anterior se sugiere, por lo tanto, que las fallas en la gestión y en el diseño e implementación de las políticas ambientales se evidencian en el aumento de la degradación ambiental, siendo ésta a su vez, un inevitable resultado del crecimiento económico (Yaduma, Kortelainen y Wossink, 2013). La evidencia empírica muestra que esta hipótesis se cumple en los países suramericanos, donde el aumento constante de las emisiones de CO², junto a otros contaminantes, es explicada en gran parte por el crecimiento económico (Suárez, 2011; Sayed, 2013). En el medio académico este planteamiento es representado a través de la Curva Ambiental de Kuznets –CAK-, figurada por una U invertida (Sayed, 2013), donde se visualiza la

posible existencia de una relación entre la degradación del medio ambiente y crecimiento económico (Stern, 2004; Lee et al., 2005).

Cuando un país se clasifica como desarrollado, se podrían encontrar ciertos fenómenos que invierten la relación entre degradación y crecimiento económico. Este cambio se puede deber al progreso tecnológico -tecnología más verde-, un despertar civil por la conservación de la naturaleza -cambio del comportamiento- o un cambio general de la actividad económica, que ocurre cuando la sociedad se mueve al sector terciario -servicios-, desplazando el sector primario -explotación de recursos naturales- y secundario -manufactura- (Everett et al., 2010). Cabe aclarar que en la literatura se encuentran casos de países en vía desarrollo que instauran políticas y/o acciones restrictivas en beneficio del medio ambiente, donde se nota una inversión de la tendencia de la primera etapa de la CAK (Gráfica 1), donde, a pesar de un crecimiento económico continuo, se identifica una reducción de las emisiones, como sucede en algunos países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE- (Stern, 2004).

Gráfica 1
Curva Ambiental de Kuznets (CAK)



Fuente: Versión adaptada de Agras y Chapman (1999)

Por otra parte, una creciente literatura de la economía ecológica proporciona evidencia que, a pesar que los patrones de producción de los países desarrollados pueden reducir sus emisiones de contaminantes con el tiempo, sus patrones de consumo siguen siendo igual de perjudiciales para el medio ambiente (Panayotou, 1991; Jankilevich, 2003). En la Gráfica 1, se observa el esquema tradicional de dos etapas de la CAK. En consecuencia, la relación de crecimiento-emisiones con forma de U invertida, no puede ser generalizada para caracterizar a los países desarrollados y aquellos que se encuentran en vías de desarrollo. Existen países en desarrollo que adoptan igualmente estrictas normas de control ambiental, como los países desarrollados. Por lo tanto, el argumento de la no capacidad de reglamentación en los países en vías de desarrollo propuesto por los defensores de la teoría CAK puede ser un argumento no válido (Yaduma et al., 2013).

2. Metodología

La gestión ambiental es esencialmente caracterizada por un análisis técnico, social, medioambiental, económico y político (Munda et al., 1994). En el caso propuesto, se intenta relacionar un componente económico -crecimiento- con uno ambiental -emisiones de CO²-, cuyos efectos causales serán validados a través del análisis de series de tiempos -periodo 200-2012- de cada uno de los países suramericanos considerados en el estudio -Bolivia, Brasil,

Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Paraguay, Uruguay y Venezuela-, a través de la aplicación del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios –MCO-. Esta investigación, de carácter cuantitativo, se basa en una filosofía positivista, en la cual se asumen que existen factores sociales con una realidad objetiva diferentes de las creencias individuales, cerniéndose más en explicar los causas de cambio en los factores sociales (Firestone, 1987). El análisis cuantitativo en el esquema propuesto pretende identificar proposiciones generales que se mantienen razonablemente bien en una serie de casos, incluso a medida que logran explicar bien cada caso particular (Mitchell, 2003).

2.1. Variables

En este estudio se consideraron las dos variables usualmente empleados en la representación de la Curva Ambiental de Kuznets –CAK: el PIB per cápita -como variable independiente- y la emisión de CO² por fuentes de energía expresada en toneladas métricas per cápita -variable dependiente-, para el periodo de 2000 a 2012. En el caso del PIB per cápita, se tomaron valores expresados en dólares a precios constantes que tienen como referencia el año 2005. Se asumió un nivel de confianza del 95%.

En la literatura se pueden encontrar diversas funciones que intentan explicar la relación entre crecimiento y deterioro ambiental, siendo la más común el polinomio de segundo orden –que demarca una parábola-, descrita por la Ecuación 1 (Dinda, 2004; Suárez, 2011).

$$ED_{it} = \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_k Z_{it} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Donde ED equivale al indicador de Deterioro Ambiental (emisión de CO²), X es PIB per Cápita, i identifica el país, t es el valor en el tiempo, Z es cualquier otro indicador que acompaña el crecimiento económico (por ejemplo, la población), ϵ es igual al error de estimación, α y β equivalen a los coeficientes que se mantienen constantes en el modelo. En la Ecuación 2, se muestra una variante aceptada para la representación de la CAK (Agras y Chapman, 1999), donde los datos de la serie de tiempo son suavizados a través del logaritmo natural.

$$\ln(ED_{it}) = \beta_1 \ln(X_{it}) + \beta_2 \ln(X_{it}^2) + \beta_k \ln(Z_{it}) + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

La aplicación del método MCO a través de un sistema de ecuaciones simultáneas -una por cada país-, permitirá identificar aquellas correlaciones significativas bajo un modelo válido estadísticamente, con conclusiones de causalidad entre las dos variables consideradas en el estudio. Las funciones ajustadas aplicadas en el análisis propuesto en este caso se muestran a continuación:

$$CO2_{it} = \beta_1 PIBp_{it} + \beta_2 PIBp_{it}^2 + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln(CO2_{it}) = \beta_1 \ln(PIBp_{it}) + \beta_2 \ln(PIBp_{it})^2 + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (4)$$

En total se analizaron 234 datos, distribuidos en 9 países y categorizados por dos variables.

3. Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados arrojados luego de la aplicación del método MCO,

considerando la Ecuación 3. Entre paréntesis se incluye el parámetro calculado t para un $P < 0,05$, demarcando con asterisco aquellos coeficientes que no fueron robustos en el modelo propuesto. Se puede observar una relación positiva entre las emisiones de CO_2 , y el PIB per cápita en 7 de los 9 países analizados. Los mayores aumentos en las emisiones de CO_2 se encontraron en Brasil y Chile, con incrementos que se mantienen entre 0,04 y 0,12 toneladas métricas por año, y cuyas tendencias demuestran que estos niveles podrían seguir creciendo con el tiempo. En estos países el PIB per cápita explica el aumento de las emisiones del CO_2 .

Por otra parte, puede observarse que Venezuela y Paraguay arrojan correlaciones no significativas, indicando un caso que se aleja del postulado tradicional de la CAK. Venezuela, en particular, presenta un valor de R^2 que no es concluyente de acuerdo a la función considerada, originando un valor $t = 2,307$ para un $P < 0,05$. Para ambos casos en particular, es necesario incorporar en el análisis otros indicadores para valorar el deterioro ambiental y su relación con el crecimiento económico.

Tabla 1
Resultados de la aplicación del método MCO. Ecuación 3

País	α	β_1	β_2	R^2
Bolivia	-6,5411 (-1,511)	0,0037 (1,689)	-4,35e-7 (-1,563)	0,5999
Brasil	4,8709 (2,865)	-0,0008 (-2,091)	5,33e-08 (2,550)	0,9490
Chile	-0,9907(-0,1723)	0,0005 (0,5719)	-8,58e-09 (-0,2594)	0,7792
Colombia	3,1224 (2,752)	-0,0004 (-1,617)	3,35e-08 (1,762)	0,5752
Ecuador	-1,9383 (-0,6129)	0,0008 (0,9565)	-4,29e-08 (-0,7074)	0,7494
Paraguay	0,8038 (2,997)	-4,79e-05 (-0,6342)	3,32e-09 (0,6434)	0,0408*
Perú	-11,1514 (-2,694)	0,0046 (2,766)	-4,40e-07 (-2,542)	0,8802
Uruguay	-4,5291 (-2,096)	0,0010 (0,0258)	-3,78e-08(-2,101)	0,8696
Venezuela	1,2166 (0,2068)	0,0008 (0,6834)	-3,3539 (-0,5612)	0,3474*

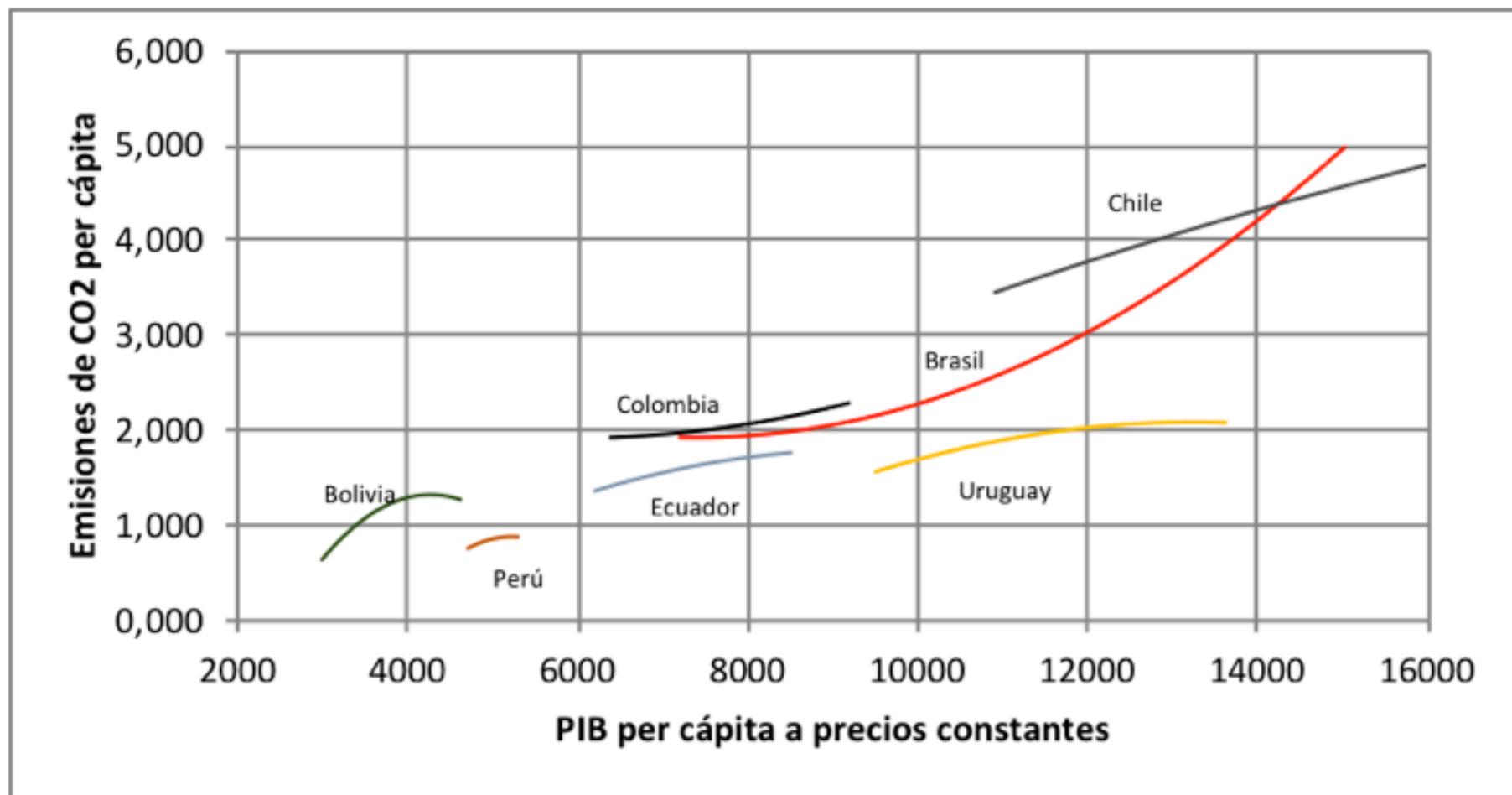
Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 2 se observan los comportamientos descritos por la función que representa la CAK en cada uno de los países analizados, resaltando la situación de Bolivia, Ecuador y Uruguay, países que podrían estar contradiciendo la hipótesis de Kuznets la cual indica que los países en vía de desarrollo guardan una relación de proporcionalidad positiva entre las

emisiones y el crecimiento económico –vía PIB per cápita-. En estos países se encuentra una reducción en los niveles de CO² a partir de un incremento del PIB per cápita superior aproximado de US\$4.500, US\$10.800 y uS\$13.600 para Bolivia, Ecuador y Uruguay, respectivamente.

Gráfica 2

Comportamiento de las emisiones de CO per cápita y el PIB per cápita por país



Fuente: Elaboración propia

Una situación similar al modelo anterior se observa con la aplicación de la Ecuación 4 (Tabla 2), manteniendo los mismos parámetros de análisis utilizados en la Ecuación 3. El modelo es validado estadísticamente utilizando la prueba de Breusch-Pagan sobre la varianza de las perturbaciones. En el caso de la Ecuación 3, se obtuvo un $\chi^2 = 50.875$ -con 36 grados de libertad- y un $P = 0,0512$. En el caso de la Ecuación 4, se obtuvo un $\chi^2 = 49,858$ -con 36 grados de libertad- y un $P = 0,0621$.

Tabla 2

Resultados de la aplicación del método MCO. Ecuación 4

País	α	β_1	β_2	R^2
Bolivia	-426,855 (-1,706)	102,334 (1,692)	-6,128 (-1,677)	0,604
Brasil	177,642 (2,688)	-39,600 (-2,727)	2,215 (2,777)	0,949
Chile	-33,961 (-0,259)	6,583 (0,238)	-0,300 (-0,2594)	0,779
Colombia	123,406	-27,733 (-1,965)	1,562 (1,980)	0,584

	(1,955)			
Ecuador	-80,592 (-0,633)	17,451 (0,608)	-0,935 (-0,579)	0,777
Paraguay	26,703 (0,811)	-6,132 (-0,825)	0,346 (0,826)	0,063*
Perú	-648,49 (-2,710)	151,211 (2,683)	-8,810 (-2,655)	0,888
Uruguay	-160,838 (-1,772)	33,764 (1,726)	--1,761 (-1,672)	0,856
Venezuela	-39,462 (0,520)	8,730 (0,528)	-0,461 (-0,513)	0,364

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La principal conclusión del estudio refleja en gran parte que el PIB per cápita refleja la influencia de los cambios en el nivel de ingreso sobre la polución medio ambiental, contribuyendo a la crítica en el sentido que el sistema social y económico es inherente a la destrucción del medio ambiente (Levy, 1997).

La sed por el crecimiento económico ha incrementado inevitablemente el consumo de recursos naturales y la presión por proteger el medio ambiente (Yang, Yuan y Sun, 2006), siendo Suramérica un caso palpable de deterioro ambiental en sustento de la actividad económica. En el modelo general expuesto por Poudel, Paudel y Bhattarai (2009) para Latinoamérica, los niveles de CO² se empiezan a incrementar a partir de los US\$4.500 PIB per cápita. Fueron identificados a Brasil, Colombia y Perú como los países con un mayor crecimiento de la polución entre los 1980 y 2000, manteniéndose esta tendencia para Brasil en los años de estudio propuesto en esta investigación e incluyendo a Chile dentro del análisis.

Al igual que algunos países en vía de desarrollo de África y Asia, el problema de la región suramericana se podría derivar una falla en las políticas ambientales y el compromiso por una gestión ambiental consciente, con problemas que podrían ampliarse a otros indicadores de deterioro ambiental, tales como la deforestación y la emisión de otros contaminantes (Roy Chowdhury y Moran, 2012). En este estudio se llega a un resultado similar al alcanzado por Galindo (2010:69) permitiendo concluir que *“las proyecciones realizadas permiten suponer que las emisiones per cápita en la región seguirán en aumento bajo la forma de un proceso de convergencia absoluto...”*.

A pesar de los anterior, no se podría tratar a la región como un caso teórico o empírico universal, ya que podrían darse casos particulares entre países donde los efectos podrían ser contrarios a los esperados (Barrett, Bulte, Ferraro y Wunder, 2013), como es el caso de Paraguay y Venezuela. De acuerdo a Zapata (2011:73), esta podría ser la oportunidad para promover inversiones que se catalicen y respalden “un gasto público selectivo, reformas políticas y cambios en la regulación”, para así invertir la tendencia en el aumento de las emisiones de CO². La degradación del sistema natural mundial requiere de una apropiada respuesta política (Barrett et al., 2013). Para Yang et al. (2006), el estudio empírico demuestra que el crecimiento económico y la protección ambiental pueden ser coordinadas.

Se propone en futuras investigaciones incluir algunas variables adicionales relacionadas con otras medidas de polución diferentes a las emisiones de CO², en acuerdo a Panayotou (1991), quien refiere que no todas las variables tendrían una explicación en el PIB per cápita.

Referencias bibliográficas

- Agras, J., & Chapman, D. (1999). Analysis a dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis, 28, 267–277.
- Alarco Tosoni, G. (2006). Crecimiento económico y emisiones de CO² por combustión de energéticos en México, 2005-2030. *Economía mexicana Nueva Época*, 15 (2)
- Barrett, C., Bulte, E., Ferraro, P., & Wunder, S. (2013). Economic instruments for nature conservation. In D. Macdonald & K. Willis (Eds.), *Key Topics in Conservation Biology* (First Edit., pp. 59–73). New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bringezu, S., Schütz, H., Steger, S., & Baudisch, J. (2004). International comparison of resource use and its relation to economic growth. *Ecological Economics*, 51(1-2), 97–124. doi:10.1016/j.ecolecon.2004.04.010
- Cancelo Márquez, M. y Díaz Vázquez, M. (2002). Emisiones de CO² y crecimiento económico en países de la UE. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional. AEEADE*, 1(2), 69-91
- Díaz-vázquez, M. y Cancelo Márquez, M. (2009). Emisiones de CO² y azufre y crecimiento económico: ¿una curva de Kuznets ambiental? *Regional and Sectoral Economic Studies* 9(2)
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. doi:10.1016/j.ecolecon.2004.02.011
- Everett, T., Ishawaran, L., Ansaloni, G. P., & Rubin, A. (2010). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Finance*. London.
- Firestone, W. A. (1987). Meaning in Method: The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research. *Educational Researcher*, 16(7), 16–21.
- Galindo, L. (2010). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados. *Revista de La CEPAL*, 100(Abril), 69–96.
- Jankilevich, N. 106 S. (2003). Las cumbres mundiales sobre el ambiente Estocolmo, Río y Johannesburgo 30 años de Historia Ambiental. Buenos Aires.
- Lee, H., Chung, R., & Koo, C. (2005). On the relationship between economic growth and environmental sustainability. In *The 5th Ministerial Conference on Environment and Development in Asia and the Pacific* (pp. 1–27). Seoul: Ministry of Environment.
- Levy, D. (1997). Environmental management as political sustainability. *Organization & Environment*, 10(2), 126–147.
- Marquetti, A. y Mendoza, G. (2013). Patrones de crecimiento y cambio técnico en la producción de un producto bueno y otro malo. *Investigación Económica*, 284 (52), 57-82
- Mitchell, R. B. (2003). *A Quantitative Approach to Evaluating*, (November 2002).
- Munda, G., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1994). Qualitative multicriteria evaluation for environmental management. *Ecological Economics*, 10(2), 97–112. doi:10.1016/0921-8009(94)90002-7
- Panayotou, T. (1991). *Economic Growth and the Environment*. Cambridge.
- Panayotou, T. (1994). *Economic instruments for environmental management and sustainable development*. Nairobi.
- Poudel, B., Paudel, K., & Bhattarai, K. (2009). Searching for an Environmental Kuznets Curve in Carbon Dioxide Pollutant in Latin American Countries. *Journal of Agricultural ...*, 1(April), 13–27.
- Roy Chowdhury, R., & Moran, E. F. (2012). Turning the curve: A critical review of Kuznets

approaches. *Applied Geography*, 32(1), 3–11. doi:10.1016/j.apgeog.2010.07.004

Sayed, A. R. M. Al. (2013). Environmental Kuznets Curve: Evidences from Developed and Developing Economies. *Applied Mathematical Sciences*, 7(22), 1081–1092.

Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419–1439. doi:10.1016/j.worlddev.2004.03.004

Suárez, G. A. (2011). Crecimiento Económico vs. Degradación Ambiental: ¿Existe una Curva de Kuznets Ambiental en América Latina y el Caribe? Periodo 1970-2008. Flacso Ecuador.

Yaduma, N., Kortelainen, M., & Wossink, A. (2013). The Environmental Kuznets Curve at Different Levels of Economic Development: A Counterfactual Quantile Regression Analysis for CO² Emissions. Manchester.

Yang, L., Yuan, S., & Sun, L. (2006). The Relationships between Economic Growth and Environmental Pollution Based on Time Series Data: An Empirical Study of Zhejiang Province. *Journal of Cambridge Studies*, 7(1), 33–42.

Zapata, C. (2011). El papel del crecimiento incluyente en la economía verde en los países en desarrollo. *Política Ambiental*, 8(Junio), 73–79.

1. Candidato a Doctor en Ciencias Sociales -mención Gerencia-. Magister en Administración de la Universidad Nacional de Colombia. Docente de Tiempo Completo de la Universidad de Cartagena, adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas. Director del grupo de Investigación Métodos Cuantitativos de Gestión. E-mail: jvergaras@unicartagena.edu.co

2. Doctor en Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Cádiz, España. Docente de Tiempo Completo de la Universidad de Cartagena, adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas y al Instituto Internacional de Estudios del Caribe. Director del grupo de investigación en Estudios para el Desarrollo Regional –GIDER-. E-mail: fmazaa@unicartagena.edu.co

3. (Q.E.P.D.) Doctor en Ingeniería de la Organización, Universidad de Sevilla, España.

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 13) Año 2018

[Index]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]

©2018. revistaESPACIOS.com • ®Derechos Reservados