



Emisiones de CO₂, crecimiento económico y escolaridad: análisis subnacional para Ecuador

CO₂ emissions, economic growth and schooling. Subnational analysis for Ecuador

Priscilla Massa-Sánchez¹, Oswaldo-Francisco Ochoa-Ordóñez¹, Wilman-Santiago Ochoa-Moreno¹

¹Docente – Investigador del Departamento de Economía de la Universidad Técnica Particular de Loja. Apartado postal 11-01-608. Teléfono: 07 3 701 444 ext. 2550. E-mail: pmassa@utpl.edu.ec.

Rec.: 07.05.2018. Acept.: 20.12.2018
Publicado el 30 de diciembre de 2018

Resumen

En las últimas décadas, las emisiones de gases de CO₂ han tenido un crecimiento constante a nivel mundial. Para frenar o disminuir el deterioro ambiental, se torna difícil sostener que se puede lograr exclusivamente a través del crecimiento económico de las provincias. Es más, el crecimiento económico sin sostenibilidad ocasiona serios daños ambientales. Las estimaciones de la curva de Kuznets ambiental (CKA), evidencian que el mejoramiento ambiental no depende únicamente del crecimiento económico (VABPCSEMI); variables como: el número de vehículos per cápita (VEHICULOS), es una variable relevante que merece ser tomada en cuenta en el diseño de políticas públicas para lograr reducir las emisiones de CO₂ (CO₂PC), asimismo la concientización y educación (ESCOLARIDAD) de las personas que repercute en un mayor cuidado y responsabilidad sobre el medio ambiente. Para analizar las variables mencionadas, se toma información de 21 provincias del Ecuador. Los resultados muestran que el número de vehículos per cápita expresa una relación directa con las emisiones de CO₂ por el consumo de energía eléctrica, ya que cada vehículo en promedio genera 1.3 toneladas de CO₂ por año. El VAB per cápita es significativo y cumple con la expectativa teórica de una relación directa entre estas dos variables, afirmando que el crecimiento económico, tiene un impacto sobre las emisiones de CO₂ generadas por el consumo de energía eléctrica.

Palabras clave: Medio ambiente, emisiones de CO₂, modelo de panel, provincias de Ecuador, curva de Kuznets ambiental (CKA).

Abstract

In recent decades, CO₂ emissions have grown steadily worldwide. In order to slow down or reduce environmental deterioration, it becomes difficult to argue that it can be achieved exclusively through the economic growth of the provinces. Moreover, unsustainable economic growth causes serious environmental damage. The estimates of the environmental Kuznets curve (CKA) show that environmental improvement does not depend solely on economic growth (VABPCSEMI); variables such as: the number of vehicles per capita (VEHICULOS), is a relevant variable that deserves to be taken into account in the design of public policies to reduce CO₂ emissions (CO₂PC), as well as the awareness and education (ESCOLARITY) of people that results in greater care and responsibility for the environment. In order to analyze these variables, information is taken from 21 provinces of Ecuador. The results show that the number of vehicles per capita expresses a direct relationship with CO₂ emissions due to electricity consumption, since each vehicle on average generates 1.3 tons of CO₂ per year. VAB per capita is significant and meets the theoretical expectation of a direct relationship between these two variables, stating that economic growth has an impact on CO₂ emissions generated by electricity consumption.

Keywords: Environment, CO₂ emissions, panel model, provinces of Ecuador.

Introducción

Los grandes problemas ambientales se han hecho cada vez más evidentes, especialmente, los relacionados con la vulnerabilidad al cambio climático, la degradación de los ecosistemas, el uso inadecuado del suelo, la creciente urbanización, la deforestación, y la quema de combustibles fósiles -carbón, gas natural y petróleo- que genera emisiones de gases efecto invernadero; si a esto se suma el paulatino aumento del consumo de energía, parece inevitable un mayor calentamiento del planeta.

Los problemas ambientales traen repercusiones sobre la dinámica social y ambiental de los territorios, y para contrarrestar estos impactos negativos, surgen iniciativas tanto a nivel nacional como internacional, cuya finalidad se orienta a la reducción de emisiones, principalmente dióxido de carbono (CO₂).

Las emisiones procedentes de la agricultura, la silvicultura y la pesca casi se han 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 reducirlos. Entre los años 1990 y 2005 la pérdida de área forestal en el mundo fue de 3.2%, un área equivalente a Panamá, Dinamarca y Estonia (FAO, 2010).

En América Latina y el Caribe, se presenta un comportamiento similar y las emisiones de CO₂ presentan una tendencia creciente. La Comisión Europea indica que los países que generan la mayor cantidad de CO₂ (dióxido de carbono), sitúan a Brasil y México como los dos países iberoamericanos que más contaminan. Ambos países están entre los 20 primeros de la lista. Brasil se sitúa en el puesto 15 emitiendo 486.229 kilotonnes de CO₂ y México le sigue con 472.017 kilotonnes. Adicional en la lista figuran Argentina, Venezuela, Chile y Colombia; siendo los menos contaminantes Puerto Rico, Nicaragua y Paraguay.

Por otra parte, la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), muestra que la relación que existe entre el crecimiento económico y el deterioro de las condiciones ambientales presenta la forma de una U invertida (Cuevas y Santos, 2006). Este es un tema intensamente debatido en eventos académicos tanto a nivel nacional como internacional; y en el campo de la economía ambiental dicha curva se ha convertido en uno de los temas más importantes (Grossman y Krueger, 1991; Hernández, 2008).

De acuerdo con la CKA, en las primeras etapas del desarrollo, un país genera pérdidas necesarias, en términos de deterioro ambiental, mismas que 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). Además, si la degradación ambiental es imprescindible en las etapas tempranas del crecimiento económico, la manera adecuada de mejorar la calidad del medio ambiente es que los países aceleren considerablemente su crecimiento económico (Beckerman, 1992; Herrero, 2002).

De acuerdo con Grossman y Krueger (1991) y Rothman (1998), en esta etapa temprana del desarrollo se produce el efecto escala, que es el proceso en el que el deterioro en la calidad ambiental es necesario para sostener el crecimiento económico; mientras que, el efecto composición considera 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. Finalmente, 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. A escala subnacional, la capacidad tecnológica es el soporte para el surgimiento de la U-invertida a escala regional (Barrios y Strobl, 2009).

Adicionalmente, el mejoramiento de la calidad ambiental es importante para las personas solamente cuando tienen cubiertas sus necesidades de alimentación, educación, vivienda y salud. Además, el nivel de educación y capacidad técnica de los individuos influye en el nivel de exigencia de política pública, regulación y monitoreo de la calidad ambiental (Dinda, 2004; Dasgupta *et al.*, 2002). En los sectores rurales, las personas dependen directamente de los recursos naturales, siendo los más perjudicados con el deterioro del medio ambiente; por lo que, estas personas no necesitan incrementar notablemente sus ingresos para demandar una mejor calidad ambiental (Ekins, 2000; Zilio, 2012).

Por su parte, el análisis de la Curva de Kuznets de Carbono (CKC), es cada vez más importante al momento de diseñar política pública para enfrentar problemas ambientales como la vulnerabilidad al cambio climático. En este sentido, los países desarrollados cuentan con una fuerte institucionalidad y un marco legal riguroso, mientras, los países menos desarrollados son considerados paraísos de contaminadores y son más vulnerables (Schelling, 1992; Zilo y Caraballo, 2014).

La evidencia empírica revisada muestra que a nivel internacional hay resultados contradictorios respecto a la relación que existe entre las emisiones de CO₂ y el Producto Interno Bruto (PIB), ya que autores como Martínez-Zarzoso y Bengochea-Morancho (2004),

Galeotti *et al.* (2006) y Nam-Kwon *et al.* (2016) concluyen una relación positiva entre las dos variables; mientras para Dinda y Coondoo (2006) y Zilio (2011) no existe relación de largo plazo entre estas variables. Es necesario reconocer que los resultados han dependido de la metodología y de los datos utilizados en las investigaciones.

El objeto de este trabajo es explorar la validez de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental (CKA), para 21 provincias de Ecuador.

Materiales y métodos

La investigación plantea la siguiente hipótesis: las provincias más grandes y por ende sus capitales provinciales son consideradas como polos de desarrollo económico, y a la vez como generadores de altos niveles de contaminación medioambiental, demostrando así una relación directa entre estas dos variables.

Para esta investigación se considera a la variable emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica per cápita (CO₂PC), medida en toneladas. Para evitar violar el supuesto de exogeneidad, esta variable es obtenida a través de la multiplicación del consumo de energía (MWh) por el factor de emisiones de CO₂ (FE) al año 2011, obteniendo así la variable dependiente de la contaminación ambiental, y como variables independientes se consideran: el número de vehículos per cápita (VEHICULOS), el valor agregado bruto per cápita (VABPCSEMI), variable que excluye el consumo de energía per cápita con la finalidad de evitar el problema de exogeneidad con la variable CO₂PC, adicional está la variable años de escolaridad (ESCOLARIDAD). Las series proporcionan información provincial para el periodo 2007–2014, cuyos datos pertenecen a varias fuentes de información, expuestas en el Apéndice 1.

Información de las variables

Con base en la revisión de la literatura relacionada y la evidencia empírica disponible, se inicia el análisis de la relación existente entre las emisiones de dióxido de carbono per cápita (CO₂PC), número de vehículos (VEHICULOS), valor agregado bruto per cápita (VABPCSEMI) y años de escolaridad (ESCOLARIDAD). Determinando las relaciones de las emisiones contaminantes con las variables respuesta. Los altos niveles de contaminación generalmente están asociados a las capitales provinciales de mayor actividad económica, así como de mayor densidad poblacional. Para Correa, Vasco y Pérez (2005), su modelo plantea dos variables dependientes: las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y el dióxido de sulfuro (SO₂), y como variables independientes: el ingreso per cápita, y la distribución de ingreso a través del coeficiente de

GINI, variables que le permitirán comprobar la teoría relacionada a la curva de Kuznets, determinando así la relación directa existente entre estas variables.

Para Catalan (2014), quien define la relación entre la calidad ambiental (E) e ingreso per cápita (YP), si la forma funcional del modelo fuera expresado de la siguiente forma:

$$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 YP_{it}^2 + \beta_3 YP_{it}^3 + \sum_{j=1}^k Y_j X_{j,it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

E_{it} representa el deterioro ambiental,

YP_{it} es el producto per cápita,

X_{j,it} es un conjunto de variables que inciden en el deterioro ambiental, tales como: densidad de población, grado de apertura comercial, la estructura productiva, emisiones por kilómetro cuadrado o incluso variables rezagadas, que buscan capturar el efecto escala, composición y tecnológico. Dicha forma funcional permite definir las siguientes relaciones entre calidad ambiental e ingreso per cápita.

Si la CKA cumple con la restricción B₁>0 y B₂=B₃=0, entonces la relación es lineal y directa de modo que el crecimiento económico se traduce en mayor deterioro ambiental (es monótona creciente).

Si la CKA cumple con la restricción B₁<0 y B₂=B₃=0, entonces la relación es lineal e inversa de modo que el crecimiento económico se traduce en una disminución del deterioro ambiental (es monótona decreciente).

Una tercera restricción B₁>0, B₂<0 y B₃=0, define la relación de U invertida y existe un punto de inflexión que puede determinarse como (-B₁/2B₂).

Con B₁>0, B₂<0 y B₃>0, entonces la forma de la relación es una N abierta. Implicando que un mayor nivel de ingreso per cápita no genera una reducción en el deterioro ambiental.

Para la investigación, comprobar los efectos de la relación entre estas variables, parten inicialmente de un modelo Pooled, a través de mínimos cuadrados ordinarios (OLS), representado de la siguiente forma:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_4 X_{4it} + \beta_5 X_{5it} + e_{it} \quad (2)$$

La ecuación (2) supone que el efecto de la constante de la regresión es el mismo para toda la información, por ende, para este tipo de regresiones lo que interesa es poder controlar el efecto de cada individuo, es decir, de cada provincia sobre la variable dependiente, además de obtener estimaciones más precisas; para esto utilizaremos un modelo de panel, debido a que la información obtenida está desagregada

en información de corte transversal y de series de tiempo. Para la investigación el modelo de regresión establecido determina que la variable dependiente son las emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica CO_2PC (CO_2PC), medidas en toneladas per cápita y las variables independientes: número de vehículos (VEHICULOS), valor agregado bruto per cápita (VABPCSEMI) y años de escolaridad (ESCOLARIDAD).

$$CO_2PC_{it} = \beta_0 + \beta_1 VEHICULOS_{it} + \beta_2 VABPCSEMI_{it} + \beta_3 ESCOLARIDAD_{it} + E_{it}$$

Siendo:

i la provincia *i*-ésima y *t* el tiempo

Además del VABPCSEMI, tenemos la intervención de dos variables de control, con la respectiva inclusión del término de error estocástico (*u*).

La ecuación (3) fue estimada a través del software econométrico STATA por medio de un panel de efectos fijos, que permite de antemano evitar problemas de heteroscedasticidad; adicional el test de Hausman confirma la validez del modelo, ya que permite suponer que cada dato del panel tiene una constante diferente. La teoría referente a este tipo de modelos es mandataria a la hora de comprobar la elección y validez del mismo, confirmando en un inicio si es un modelo de efectos individuales fijos o aleatorios, y a través de las pruebas de hipótesis los supuestos de efectos individuales contra los comunes y entre los efectos individuales aleatorios o fijos. Una vez constatada estos supuestos y modelos se procede con la regresión.

Resultados

En el Cuadro 1, se muestra la existencia de una alta dispersión en el crecimiento económico entre provincias, ya que la desviación estándar del crecimiento (VABPCSEMI) es de 9.7605. Así mismo, la variable CO_2PC presenta una media de 0.3607 toneladas de CO_2 por habitante y una desviación estándar de 0.1591. En base a su coeficiente de variación del 44% se demuestra que la variación del CO_2PC a nivel provincial es alta.

Para representar la relación directa entre la variable CO_2PC y el VABPCSEMI, validando lo que menciona la CKA, en la Figura 1, se muestra una relación positiva entre las dos variables, la cual es similar a la expresada por la CKA. El aumento del VABPCSEMI está asociado a un aumento en el nivel de emisiones por persona, sin embargo, la correlación observada entre las dos variables deja de ser lineal, al pasar de un valor del VABPCSEMI por encima de los 25000 mil dólares que podría ser considerado como el punto de inflexión.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las variables que intervienen en el modelo

Variable	Media	Max	Min	Dev. Std.
CO_2PC	0.3607	0.8396	0.1390	0.1591
VEHICULOS	0.0784	0.1814	0.0125	0.0355
VABPCSEMI	52.268	57.297	0.2718	97.605
ESCOLARIDAD	85.892	11.000	68.000	0.8764

Además, en la mayoría de provincias las emisiones de CO_2 son constantes entre 0.05 y 0.5 toneladas por persona. Emisiones por encima del punto de inflexión, corresponden a una disminución de las emisiones de CO_2 , que evidencia a favor de la CKA, es decir, existen provincias en que el nivel de CO_2PC mantiene una relación directa, mientras, en otras esta relación se vuelve decreciente (Figura 1). Aunque, la figura puede interpretarse de forma subjetiva, es importante la aplicación del modelo econométrico de panel para entender la relación de estas variables. Para esto se estima un panel que cuenta con la información desde el año 2007 al 2014 de 21 provincias del Ecuador. Al realizar la regresión se obtiene los siguientes resultados (Cuadro 2).

De los resultados obtenidos se evidencia que la variable número de vehículos (VEHICULOS), expresa una relación directa con las emisiones de CO_2PC , por el consumo gasolina, ya que cada vehículo en promedio genera 1.5 toneladas de CO_2 por año. El VABPCSEMI es significativo y cumple con la expectativa teórica de una relación directa entre estas dos variables, afirmando que el crecimiento económico, tiene un impacto sobre las emisiones de CO_2 generadas por el consumo de energía eléctrica.

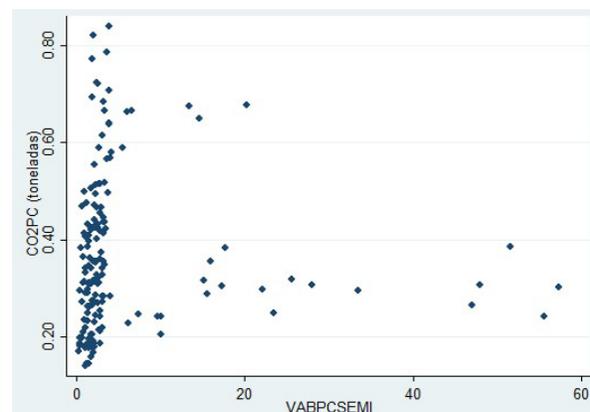


Figura 1. Diagrama de dispersión emisiones de CO_2 por consumo de energía eléctrica per cápita y valor agregado bruto per cápita: 2007-2014

Cuadro 2. Resultados del modelo de panel estático

	Coefficiente	SE	P> Z
VEHICULOS	14.965	0.1941	0.000
VABPCSEMI	0.0029	0.0011	0.013
ESCOLARIDAD	-0.0387	0.0099	0.000
_cons	0.5610	0.0776	0.000
Hausman			
Chi2	55.50		
Prob>Chi2	0.000		
Within	0.3396		
Overall	0.0165		
Between	0.0006		
Observations	168		
Rho	0.8376		
Individuos	21		

Esta relación de forma inicial en el corto plazo, se asemeja a la CKA, indicando que, por cada dólar generado en las economías provinciales, implicará en promedio un crecimiento de las emisiones de CO₂ en 0.0029 toneladas por provincia y por año. Sobre este análisis y basados en la Figura 1, los datos presentan una curva en forma de U invertida que luego del punto de inflexión por encima de los 25000 dólares y de un punto a nivel del VABPCSEMI, la relación entre variables es positiva y permanece constante.

La variable años de estudio (ESCOLARIDAD), presenta una relación indirecta con las emisiones de CO₂PCSEMI, debido a que, si las personas poseen un nivel de educación cada vez mayor, implicaría que las emisiones de CO₂PC por el consumo de energía eléctrica disminuyan, posiblemente por una mejor aceptación y aplicación de normas, costumbres o reglas sobre la contaminación ambiental.

El valor de Rho indica que el 84% del error compuesto del modelo se debe a los efectos individuales, es decir, el aumento de la actividad productiva por provincia y a las variables de control, aumentando en su conjunto los niveles de CO₂ provocados por el consumo de energía eléctrica. El modelo al final estuvo expuesto a todas las pruebas econométricas para reafirmar su validez dentro de la investigación, incluida la matriz de correlación, la cual mostro un nivel de colinealidad bajo entre las variables, relación que al menos entre las variables CO₂PC y VEHICULOS se esperaba que fuera alta, alcanzando para esta investigación un nivel de colinealidad del 0.47%. Por tanto, este trabajo refleja una propuestas diferente, construida

en los márgenes, no sólo de una educación ambiental dominante, sino de una pedagogía institucional cerrada en sí misma que no ha dejado lugar a la valoración de la relación sociedad-ambiente, por lo que excluyó el carácter constitutivo de la contingencia, es decir, de aquellos elementos externos no considerados cuya irrupción infaliblemente transforma los significados, las prácticas y a los propios sujetos implicados en los procesos educativos. Esta reestructuración sobre el complejo y particular perfil del campo de la educación ambiental en América Latina y el Caribe es necesario, no sólo para entender mejor los procesos que tienen lugar en los distintos países de la región, sino para posicionarse frente a las políticas de las organizaciones y agencias internacionales que se encuentran en un momento de evaluación y reformulación de los fondos destinados a apoyar proyectos de educación ambiental y, sobre todo, ante la embestida de la Unesco por desplazar el concepto de educación ambiental por el de educación para la sustentabilidad u otros términos asociados como desarrollo sustentable y futuro sustentable (González-Gaudiano, 1998).

Con el fin de concientizar ambientalmente a la sociedad, Ecuador toma medidas emergentes de política pública y crea en el año 2011 un impuesto ambiental a la contaminación vehicular y el impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables, el cual, lamentablemente no se ha evidenciado un cambio en las conductas ecológicas responsables, ya que conforme los datos de la administración tributaria en la zona 3 del Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza) ha existido un crecimiento nominal del 22.5% del parque automotor al 2016, en comparación al año 2012, período desde la implementación del impuesto, es decir no ha resultado efectivo el diseño de un impuesto regulador, sin embargo, el valor del recaudo, ha permitido implementar por parte del gobierno medidas ambientales importantes como el mejoramiento y fortalecimiento de la calidad del combustible (Bedoya *et al.*, 2017).

Los resultados de la presente investigación muestran que la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets para el caso ecuatoriano, mediante las estimaciones ad-hoc evidencian la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental en un corto plazo. Siendo el Ecuador un país en vías de desarrollo se ve obligado a explotar sus recursos naturales hasta lograr alcanzar un nivel de satisfacción donde puede usar dichos recursos para desarrollarse económicamente, tecnológicamente, y otros. El conocimiento alcanzado por esta explotación de recursos que muestra comportamientos variables a lo largo del periodo de análisis, genera contaminación ambiental que consigue el punto en donde se obtiene

la satisfacción, y es entonces cuando el país con nuevos conocimientos es capaz de combatir dicha contaminación implementando innovación tecnológica y educación ambiental.

Como establece Gujarati (1995), dentro del análisis de regresión de series de tiempo, cuando el modelo de regresión incluye además de valores actuales, valores rezagados de las variables explicativas, se denomina modelo de rezagos distribuidos, este es un método aplicado en este trabajo, las razones de su selección para el respectivo análisis está dado por el enfoque de Shirley Almon, como menciona Gámez (2010), es una técnica que permite que los coeficientes de las variables explicativas se puedan representar mediante funciones más flexibles, permitiendo una desarrollada comprensión de sus efectos.

Discusión

El crecimiento económico suele promulgarse como sinónimo de bienestar social e individual en un mundo globalizado convirtiéndose en una meta idealizada para las regiones que están sumidas en la desigualdad y la pobreza, sin embargo, el crecimiento económico, si no es sustentable, puede tener un elevado costo ambiental.

Algunos modelos realizados a nivel macro como el de Paudel y Bhattarai (2009) para Latinoamérica, estiman que los niveles de CO₂ se empiezan a incrementar a partir de los US\$4.500 PIB per cápita. 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 (Chowdhury y Moran, 2012).

Para frenar o disminuir el deterioro ambiental, se torna difícil sostener que se puede lograr exclusivamente a través del crecimiento económico de las provincias. Además, la normativa ambiental y las políticas energéticas tienen un rol importante al momento de mitigar o disminuir el deterioro del medio ambiente. Las estimaciones de la CKA (Kuznets, 1955), evidencian que el mejoramiento ambiental no depende únicamente del crecimiento económico, como se ha probado en investigaciones previas, (Shafik y Bandyopadhyay, 1992; Grossman y Krueger, 1995; Panayotou, 2000), la relación entre algunos indicadores de contaminación y el ingreso per cápita pueden ser representados como una U invertida, y pueden tener diversos efectos.

Conclusiones

En la presente investigación el número de vehículos per cápita, es una variable relevante que merece ser tomada en cuenta ante el diseño de políticas públicas para lograr reducir las emisiones de CO₂, asimismo, la concientización y educación de las personas que repercute en un mayor cuidado y responsabilidad sobre el medio ambiente. En los países latinoamericanos y sus regiones la centralidad compleja de la educación ambiental presta diferentes matices en los países y/o áreas más industrializadas (González-Gaudiano, 1998). Consecuentemente, es necesario un bagaje instrumental adecuado para la normativa y regulaciones vigentes, así como también, es cada vez más urgente la innovación tecnológica en los procesos de producción.

Finalmente, el gobierno debe preocuparse por decisiones para la resolución de conflictos derivados de la gestión ambiental, tanto en el ámbito del gobierno nacional como de la propia comunidad, fomentando la presencia en las propuestas de los gobiernos y así contribuir al desarrollo sustentable en cada región.

Referencia bibliográfica

- Barrios, S., Strobl, E. 2009. The dynamics of regional inequalities. *Regional Science and Urban Economics*, 39(5): 575-591.
- Bedoya, M., Oviedo, A., Mera, E., y Flores, S. 2017. Análisis del Impacto del Impuesto Ambiental en el Ecuador, Zona 3. *Revista Ojeando la Agenda*, No. 47.
- Beckerman, W. 1992. Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?. *World development*, 20(4): 481-496.
- Catalán, H. 2014. Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389: 19-37.
- Chowdhury, RR., Moran, EF. 2012. Turning the curve: A critical review of Kuznets approaches. *Applied Geography*, 32(1): 3-11.
- Correa, F., Vasco, A., Pérez, C. 2005. La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia grupo de economía ambiental (gea) *Semestre Económico*, 8(15): 13-30.
- Cuevas, D., Santos, L. 2006. La Curva de Kuznets Ambiental (CKA).
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., Wheeler, D. 2002. Confronting the environmental Kuznets curve. *The Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147-168.
- Dinda, S. 2004. Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological economics*, 49(4): 431-455.

- Dinda, S., Coondoo, D. 2006. Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*, 57(2): 167-181.
- Ekins, P. 2000. Economic growth and environmental sustainability: the Prospects for Green growth. Rowledge, London: Taylor and Francis Group.
- González-Gaudiano, E. 1998. Centro y periferia de la educación ambiental: un enfoque antiesencialista (No. 04; GE70 G6.).
- Grossman, G., Krueger, A. 1991. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER, Working Paper 3914.
- Grossman, GM., Krueger, AB. 1995. Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics*, 110(2): 353-377.
- Gujarati, D. 1995. *Basic Econometrics*. McGraw-Hill Companies.
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Global forest resources assessment. Main report, FAO Forest paper 163.
- Herrero, LMJ. 2002. Cooperación mundial para el desarrollo sostenible. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación*, N° 9.
- Hernández, JGV. 2008. Economía política ambiental global e internacional. *Ra Ximhai: Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 4(1): 83-118.
- Kuznets, S. 1955. Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1): 1-28.
- Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A. 2004. Pooled mean group estimation of an environmental Kuznets curve for CO₂. *Economics Letters*, 82(1): 121-126.
- Panayotou, T. 2000. Globalization and environment (No. 53A). Center for International Development at Harvard University.
- Poudel, BN., Paudel, KP., Bhattarai, K. 2009. Searching for an environmental Kuznets curve in carbon dioxide pollutant in Latin American countries. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41(1): 13-27.
- Rothman, DS. 1998. Environmental Kuznets curves real progress or passing the buck?: a case for consumption-based approaches. *Ecological economics*, 25(2): 177-194.
- Schelling, T.C. 1992. Some economics of global warming. *The American Economic Review*, 82(1): 1-14.
- Shafik, N., Bandyopadhyay, S. 1992. Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence. World Bank Publications. v904.
- Stern, DI., Common, MS. 2001. Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 41(2): 162-178.
- Zilio, M. 2011. El rol de la política energética en las emisiones por generación eléctrica de América Latina. *Revista de Ciencias Económicas*, 30(1).
- Zilio, MI. 2012. Curva de Kuznets ambiental: La validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuadernos de economía*, 35(97): 43-54.
- Zilio, M., Caraballo, M. 2014. ¿ El final de la curva de Kuznets de carbono? Un análisis semiparamétrico para la América Latina y el Caribe. *El trimestre económico*, 81(321): 241-270.

Apéndice 1.

Variable	Datos	Fuente de información
	Consumo de energía (MGW) por provincia (2007–2014).	Estadística anual y multianual del sector eléctrico ecuatoriano. Agencia de Regulación y Control de Electricidad. República del Ecuador. 2015.
Emissiones de CO ₂ (toneladas)	Factor de emisión de CO ₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador para los años 2011, 2012 y 2013; y para los años del 2007 al 2010 se utilizó el factor de emisión del año 2011.	Factor de emisión de CO ₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador. Informe 2013. Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), y Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Quito – Ecuador. 2013.
Número de vehículos	Número de vehículos motorizados matriculados, según provincias. 2007–2014.	Estadísticas de transporte. Informes anuales 2007–2014. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
Valor Agregado Bruto Provincial	Valor Agregado Bruto Provincial. 2007–2014.	Cuentas provinciales 2007–2014. Banco Central del Ecuador.
Pobreza por ingresos	Índice de pobreza por ingresos (provincia). 2007–2014.	Cálculos a partir de la Encuesta de empleo, desempleo y subempleo, trimestral urbano, periodo 2007-2014. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
Años de escolaridad	Años de Escolaridad. 2007–2014.	Años de Escolaridad por provincia, periodo 2007–2014. Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE).
Coefficiente de Gini	Coefficiente de Gini, provincial, 2007–2014.	La desigualdad regional en el Ecuador. Hernández, Ana. 2016.
Población	Población total por provincia, proyecciones para el periodo 2007–2014.	Censo de Población y Vivienda, 2001 y 2010. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).