



*Máster Oficial en
Economía y Desarrollo*

Máster Universitario en Economía y Desarrollo

Facultad de C. Económicas y Empresariales

**IMPACTO DE LA CALIDAD DE GOBIERNO, LA RENTA Y EL PROGRESO
TECNOLÓGICO SOBRE LAS EMISIONES DE CO₂. UN ANÁLISIS PARA
LATINOAMÉRICA**

Trabajo de Fin de Máster presentado para optar al Título de Máster Universitario en Economía y Desarrollo por Juan Camilo Molina, siendo el tutor del mismo la Dña. Rocío Román Collado y el D. José Manuel Cansino Muñoz-Repiso.

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del Tutor:

Alumno:

Dña. Rocío Román Collado

D. José Manuel Cansino

D. Juan Camilo Molina

Sevilla, 3 de Noviembre del 2017



Máster Universitario en Economía y Desarrollo
Facultad de C. Económicas y Empresariales

*Máster Oficial en
Economía y Desarrollo*

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO [2016-2017]

TÍTULO: IMPACTO DE LA CALIDAD DE GOBIERNO, LA RENTA Y EL PROGRESO TECNOLÓGICO SOBRE LAS EMISIONES DE CO₂. UN ANÁLISIS PARA LATINOAMÉRICA

AUTOR: D. Juan Camilo Molina

TUTORES ACADÉMICOS:

Dra. DÑA. ROCIO ROMÁN COLLADO

Dr. D. JOSÉ MANUEL CANSINO MUÑOZ-REPISO

RESUMEN:

La investigación tiene un triple objetivo; contrastar la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, analizar el efecto sobre ella de la calidad institucional y analizarlo también para el progreso tecnológico. El análisis se centra en 18 países de Latinoamérica para periodo de 1996 hasta el año 2013.

Las hipótesis contratadas son: H1: Las emisiones contaminantes presentan una relación de CKA. H2: La calidad de las instituciones afecta la relación CKA mitigando el impacto ambiental del crecimiento económico. H3: El progreso tecnológico permite alcanzar el punto máximo de la CKA más rápidamente.

Los resultados confirman la hipótesis de la CKA. Cualquier incremento en la estabilidad política mitiga las emisiones de efecto invernadero. Los resultados para la variable progreso tecnológico también satisfacen las expectativas teóricas.

PALABRAS CLAVE: Curvas de Kuznets ambientales, Calidad de las instituciones, emisiones de CO₂, Latinoamérica.

ABSTRACT:

This research has a three objectives; to test the hypothesis of the Environmental Kuznets Curve, to analyze the effect on it of institutional quality and to analyze it also for technological progress. The analysis focuses on 18 countries in Latin America for the period from 1996 to 2013.

The hypotheses verified are: H1: Polluting emissions show a CKA relation. H2: The quality of the institutions affects the CKA relationship, mitigating the environmental impact of economic growth. H3: Technological progress allows reaching the maximum point of the CKA more quickly.

The results confirm the CKA hypothesis. Any increase in political stability mitigates greenhouse gas emissions. The results for the technological progress variable also satisfy the theoretical expectations.

KEYWORDS: Environmental Kuznets Curve, Institutional quality, CO₂ emissions, Latinamerica.



*Máster Oficial en
Economía y Desarrollo*

IMPACTO DE LA CALIDAD DE GOBIERNO, LA RENTA Y LA TECNOLOGÍA SOBRE LAS EMISIONES DE CO₂. UN ANÁLISIS PARA LATINOAMÉRICA

1.- Introducción.

Existe una preocupación creciente entre los ciudadanos, los responsables de los gobiernos y numerosas organizaciones no gubernamentales sobre las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero, de otros gases contaminantes y, en general, sobre la degradación medioambiental. La principal preocupación se centra en el problema del calentamiento global y el cambio climático tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Las acciones más recientes por parte de la comunidad internacional se han plasmado en el Acuerdo de París.

Existe todo un cuerpo emergente en la literatura económica que ha puesto el foco en la relación entre variables económicas y la degradación medioambiental. Por ejemplo, las curvas de Kuznets (1995) permiten el análisis entre los ingresos y su impacto medioambiental. Para ello la literatura disponible analiza la relación causal entre alguna medida de degradación ambiental y el crecimiento de los ingresos a través de la denominada Curva de Kuznets ambiental (CKA). La hipótesis CKA propone que la degradación ambiental describe gráficamente una relación en forma de U invertida con el desarrollo económico (Shafik y Bandyopadhyay, 1992; Hettige, et al. 1992; Grossman y Krueger, 1995; Vincent, 1996). Esta hipótesis supone que durante una primera fase el crecimiento económico va acompañado por un aumento de la degradación medioambiental hasta alcanzar un punto máximo a partir del que situaciones como el cambio estructural de una economía

industrial a una de servicios, el progreso tecnológico, la mejora de las regulaciones ambientales y/o sistema de incentivos, generan una mejora en la calidad ambiental. En la parte descendente de la CKA mayores niveles de renta actúan como mitigadores de la degradación ambiental como consecuencia de usos respetuosos con el medio ambiente de los productos y las tecnologías. Por ejemplo, los países con una renta mayor invierten en la introducción de energías renovables en su mix de recursos energéticos para, finalmente, reducir las emisiones contaminantes procedentes de la quema de combustibles fósiles. Estudios como los de Stern (2004), Luzzati y Orsini (2009), Halicioglu (2009) ofrecen revisiones recientes de la literatura en torno a las CKA.

Los estudios pioneros de Panayotou (1997) y Munasinghe (1999) han demostrado que el crecimiento sostenible es posible gracias a las fuerzas mitigadoras de la capacidad y la efectividad de los gobiernos para promover un marco de políticas reguladoras sobre la CKA. El mejor conocimiento de la forma de las CKA permitiría influir con medidas apropiadas los factores que hace más rápido alcanzar el punto máximo de degradación ambiental. Estas aportaciones deben considerarse de forma conjunta con los estudios que analizan el impacto de las instituciones sobre el crecimiento económico y la degradación medio ambiental. La segunda de las relaciones mencionadas (calidad de las instituciones y degradación medioambiental) ha sido menos tratada por la literatura que la primera (Easterly y Levine, 2003; Hall y Jones, 1999; Rodrik et al. 2004 y Bhattacharyya, 2009). Algunos estudios que han incluido el impacto de la calidad de las instituciones en la relación CKA son Bhattarai y Hammig (2001), Culas (2007), Bernauer y Koubi (2009), Bhattacharya, et al.,(2017), Hosseini y Kaneko (2013). Las instituciones se definen como las limitaciones humanas que estructuran la interacción política, económica y social. Consisten tanto en limitaciones informales, sanciones, tabúes, costumbres, tradiciones y códigos de conducta, como en normas formales, leyes, derechos de propiedad (North 1991). A diferencia de la relación

entre la renta y la degradación medioambiental, la relación entre ésta y la calidad de las instituciones ha recibido un tratamiento mucho más limitado por la literatura especializada. El trabajo de Acemoglu et al. (2005) es una notable excepción aunque se centra principalmente en analizar el impacto de la calidad de las instituciones sobre actuaciones que mitigan la degradación medioambiental como la mayor penetración de energías renovables. La pregunta relevante aquí sería ¿una mejora en la calidad de las instituciones actúa como un factor mitigador de la degradación medioambiental? Más específicamente esta investigación tiene un triple objetivo; contrastar la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, analizar el efecto sobre ella de la calidad institucional y analizarlo también para el progreso tecnológico.

En este documento, junto a las variables habitualmente incluidas en la literatura especializada se analiza también el posible papel mitigador del progreso tecnológico en las emisiones contaminantes. El análisis se centra en 18 países de Latinoamérica para periodo de 1996 hasta el año 2013. La selección de la muestra se ha hecho incluyendo a los países para los que los datos estaban disponibles. Específicamente la investigación contrasta las siguientes hipótesis:

H1: Las emisiones en Latinoamérica, durante el periodo de estudio, presentan una relación del tipo CKA.

H2: La calidad de las instituciones afecta la relación CKA mitigando el impacto ambiental que ejerce el crecimiento económico.

H3: El progreso tecnológico al igual que las instituciones permite alcanzar el punto máximo de la relación CKA más rápidamente.

Este estudio contribuye a la literatura investigando por primera vez de forma conjunta el impacto sobre la degradación medioambiental en el área de Latinoamérica de la renta, la calidad de las instituciones y el progreso tecnológico. Los principales resultados confirman la hipótesis de

la CKA. Se encuentra evidencia robusta de que cualquier incremento en la estabilidad política mitiga las emisiones de efecto invernadero. Finalmente, los resultados para la variable progreso tecnológico también satisfacen las expectativas teóricas.

El trabajo se estructura como sigue. Tras la introducción, la sección 2 detalla los modelos utilizados. La sección 3 describe los datos utilizados. Los modelos ajustados y los principales resultados son mostrados en la sección 4. Las principales conclusiones se resumen en la sección 5.

2.- Metodología.

Para contrastar las hipótesis planteadas se parte del modelo clásico de curva de Kuznets ambiental para testar la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento de los ingresos. La especificación del modelo en la Eq (1) sigue a Grossman y Krueger (1995), Panayotou (1997), De Bruyn (1997), Dinda (2004), Pablo-Romero y De Jesús (2016), Pablo-Romero y Sánchez-Braza (2017), Özokcu y Özdemir (2017) y Liobikienė y Butkus (2017).

$$Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_3 X_{it}^3 + \beta_4 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde $i = 1, \dots, N$ son los países del panel y $t = 1, \dots, T$ los años incluidos en el periodo analizado. Y es el indicador de calidad ambiental medido por las emisiones contaminantes. X es la variable que mide el nivel de ingresos de cada país. Z representa un vector que incluye variables de control habitualmente utilizadas por la literatura especializada, mientras que μ_i mide el efecto fijo no observado específico de cada país y δ_t representa el efecto específico de tiempo. ε captura la perturbación estocástica. Los diferentes coeficientes de X permiten conocer la forma de la curva

y testar la hipótesis CKA. Las diferentes formas que puede tomar la curva están resumidas en la Tabla 1 (Özokcu y Özdemir, 2017). La hipótesis CKA se cumple cuando la curva presenta la forma de U invertida. El término al cubo se incluye para evaluar si después de la reducción en la degradación ambiental al aumentar el nivel de ingresos, la tendencia se invierte, formando una N.

Tabla 1. Relación entre X y Y.

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---|
| $\beta_1 > 0$ | $\beta_2 = 0$ | $\beta_3 = 0$ | Monótonamente creciente. |
| $\beta_1 < 0$ | $\beta_2 = 0$ | $\beta_3 = 0$ | Monótonamente decreciente |
| $\beta_1 > 0$ | $\beta_2 < 0$ | $\beta_3 = 0$ | Forma de U invertida. La CKA es válida. |
| $\beta_1 < 0$ | $\beta_2 > 0$ | $\beta_3 = 0$ | Forma de U |
| $\beta_1 > 0$ | $\beta_2 < 0$ | $\beta_3 > 0$ | Forma de N |
| $\beta_1 < 0$ | $\beta_2 > 0$ | $\beta_3 < 0$ | Forma de N invertida |

Fuente: Özokcu y Özdemir (2017).

Para medir la degradación medioambiental en nuestro modelo utilizamos el total de emisiones de gas de efecto invernadero per cápita medida en kt de CO₂ equivalente (GEIpc). Se trata de una variable ampliamente utilizada en la literatura especializada (Sanchez y Stern, 2016, Liobikienė y Butkus, 2017, Yang et al. 2017). El nivel de ingreso esta medido por el PIB per cápita en dólares del 2011 y paridad de poder adquisitivo (PIB pc). Para suavizar los valores atípicos y obtener directamente las elasticidades se han tomado logaritmos en ambas variables. La Eq (1) queda reescrita como:

$$\ln GEIpc_{it} = \beta_1 \ln PIBpc_{it} + \beta_2 \ln PIBpc_{it}^2 + \beta_3 \ln PIBpc_{it}^3 + \beta_4 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Dado que nuestro estudio no se limita a probar la hipótesis de la CKA sino que también incluye los objetivos de analizar el efecto que la calidad institucional y el progreso tecnológico tienen sobre esta, hemos añadido a la formulación clásica de CKA una variable que mide la calidad institucional de cada país (INST) y otra que capta el progreso tecnológico (TEC). Nuestra hipótesis es que tanto la calidad institucional como el progreso tecnológico se comportan como mitigadores de emisiones. Adicionalmente el modelo incluye los productos cruzados (PIB pc*INST) y (PIB pc*TECH) para captar el efecto interacción sobre las emisiones. Este enfoque metodológico va en la línea de Culas (2007), Hosseini y Kaneko (2013), Yin et al., (2015), Apergis y Ozturk (2014), Chang y Hao (2016), Halkos y Paizanos (2016), Bokpin (2016) y Charfeddine y Mrabet (2017). La Eq (3) presenta el modelo con las variables añadidas:

$$\begin{aligned}
 \ln GEIpc_{it} = & \beta_1 \ln PIBpc_{it} + \beta_2 \ln PIBpc_{it}^2 + \beta_3 \ln PIBpc_{it}^3 + \beta_4 INST_{it} + \beta_5 TEC_{it} + \\
 & \beta_6 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it}) + \beta_7 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it})^2 + \beta_8 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it})^3 + \\
 & \beta_9 (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it}) + \beta_{10} (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it})^2 + \beta_{11} (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it})^3 + \beta_{12} Z_{it} + \mu_i + \\
 & \delta_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Para medir la calidad de las instituciones el Banco Mundial ofrece estadísticas fiables para un gran número de países y para un periodo de tiempo de casi dos décadas (World Bank, 2017). Bhattacharya et al., (2017) detallan otros indicadores que también permiten medir la calidad de las instituciones. La base de datos del Banco Mundial caracteriza la calidad de las instituciones de cada país considerando seis aspectos: Estabilidad Política y Ausencia de Violencia/Terrorismo (EPAVT), Control de la Corrupción (CC), Efectividad del Gobierno (EG), Calidad regulatoria (CR), Imperio de las leyes (IL), Voz y Responsabilidad (VR). Trabajos previos que han utilizado

estas mismas variables pueden encontrarse en Apergis y Ozturk (2015) y Halkos y Paizanos (2016). En este estudio empleamos los seis indicadores de calidad institucional para aportar robustez a nuestros resultados.

De una forma más extensa las seis variables pueden definirse como:

(1) Estabilidad política y usencia de violencia/terrorismo (EPAVT). Mide la percepción de la probabilidad de inestabilidad política y/o violencia motivada por la política, incluido el terrorismo.

(2) Control de la corrupción (CC). Mide la percepción de cómo el poder público se ejerce para obtener ganancias privadas, incluidas las pequeñas y las grandes formas de corrupción, así como la apropiación del Estado por parte de las élites y los intereses privados.

(3) Efectividad del gobierno (EG). Mide la percepción de la calidad de los servicios públicos, la calidad de la administración pública y el grado de independencia de las presiones políticas, la calidad de formulación y ejecución de políticas y la credibilidad del compromiso del gobierno con tales políticas.

(4) Calidad regulatoria (CR). Recoge las percepciones de la capacidad del gobierno para fomentar e implementar políticas y regulaciones solidas que permitan y promuevan el desarrollo del sector privado.

(5) Imperio de las leyes (IL). Es la percepción de la confianza de los agentes en las normas de la sociedad, y en particular, la calidad de la ejecución de los contratos, los derechos de propiedad, la policía y los tribunales, así como la probabilidad de delito y violencia.

(6) Libertad de expresión y administración (LE). Mide la percepción de hasta qué punto los ciudadanos de un país pueden participar en la selección de un gobierno, así como la libertad de expresión, la libertad de asociación y los medios de comunicación libres.

El valor de estos indicadores se mide en unidades de una distribución normal estándar, es decir, desde aproximadamente -2.5 a 2.5. Valores más altos en cualquiera de estos indicadores significan mayor calidad. Una revisión más profunda de la metodología con la que se elaboraron estos indicadores se puede encontrar en Kaufmann et al., (2010). De acuerdo con nuestra hipótesis, se espera que un aumento de la calidad de cualquiera de estos indicadores actúe como mitigadora de las emisiones contaminantes.

El progreso tecnológico (TEC) en Eq (3) está medido por las exportaciones de productos de alta tecnología expresada como porcentaje del total de exportaciones de productos manufacturados. De igual forma que con la calidad de las instituciones se espera que la tecnología se comporte como un mitigador de las emisiones.

Siguiendo a Yin et al., (2015) utilizamos variables de control ampliamente testadas por la literatura especializada basadas en la ecuación IPAT y en la identidad de Kaya (Ehrlich y Holdren, 1971; Commoner, 1971; Kaya, 1989; Dietz y Rosa, 1994; 1998 y Wernick et al., 1997). Como primera variable de control hemos empleado la población total tomada en logaritmos (lnPT). La literatura especializada muestra que el aumento de la población es un importante conductor de las emisiones. La segunda variable es la intensidad energética (IE) medida por el consumo total de energía, en miles de barriles equivalentes de petróleo, por millón de dólares de PIB a precios constantes de 2010. Se espera que un aumento en IE provoque un incremento en las emisiones. La siguiente variable de control es la matriz de recursos energéticos o estructura energética (EE) definida como la proporción de recursos energéticos renovables sobre la oferta energética total. Se espera que un aumento en esta variable incida negativamente en el crecimiento de las emisiones. Existe una literatura emergente que ha analizado el impacto de estas variables de control sobre la degradación medioambiental mediante el uso de análisis de descomposición (Ang, 2004; Timilsina

y Shrestha, 2009; Zhang et al., 2009; González et al., 2014; Guo et al., 2014, Cansino et al, 2015; Chen y Yang, 2015; Moutinho et al., 2015b; Shahiduzzaman y Layton, 2015; Zhang et al., 2016; Colinet y Román, 2016; Sumabat et al., 2016 y Cansino y Moreno, 2017).

Por último, parte de la literatura ha puesto el foco en el estudio de los efectos del comercio internacional sobre las emisiones contaminantes especialmente en las economías emergentes (Grossman y Krueger, 1993; Copeland y Taylor, 2004; Zhang et al., 2017, y Ozatac, et al., 2017). Para medir el efecto del comercio (COMER), utilizamos el comercio de mercaderías como porcentaje del PIB. Los procesos de “outsourcing” y “offshoring” señalan que un aumento en el comercio internacional estaría relacionado positivamente con el crecimiento de las emisiones. Esta idea está en la base de la denominada hipótesis de los "paraísos de contaminación" según la cual la implementación de fuertes regulaciones ambientales por parte de los países desarrollados puede generar incentivos para una fuga de capitales, especialmente en industrias que involucran procesos altamente contaminantes. Como consecuencia se esperaría que la inversión extranjera directa fluya hacia países con gobernabilidad y estructuras institucionales débiles y permisivas con el daño medio ambiental (López et al., 2013). Siguiendo a Xing y Kolstad, 2002, He, 2006, Bokpin (2016), Mulatu, 2017, Sun et al., 2017, Liu et al., 2017 y Forslid et al., 2017, utilizamos como variable de control la entrada neta de inversión extranjera directa (IED) como porcentaje del PIB para testar la hipótesis de paraísos de contaminación. A partir de lo anterior la Eq (3) puede reescribirse como

$$\begin{aligned}
 \ln GEIpc_{it} = & \beta_1 \ln PIBpc_{it} + \beta_2 \ln PIBpc_{it}^2 + \beta_3 \ln PIBpc_{it}^3 + \beta_4 INST_{it} + \beta_5 TEC_{it} + \\
 & \beta_6 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it}) + \beta_7 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it})^2 + \beta_8 (\ln PIBpc_{it} * INST_{it})^3 + \\
 & \beta_9 (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it}) + \beta_{10} (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it})^2 + \beta_{11} (\ln PIBpc_{it} * TEC_{it})^3 + \beta_{12} \ln PT_{it} + \\
 & \beta_{13} IE_{it} + \beta_{14} EE_{it} + \beta_{15} COMER_{it} + \beta_{16} IED + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

3.- Datos.

El panel de datos contiene información de 18 países de Latinoamérica. Estos países son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Honduras, Haití, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, El Salvador, Uruguay y Venezuela. El periodo de tiempo abarca desde el año 1996 hasta el año 2013. Tomamos la disponibilidad de datos como criterio para seleccionar el número de países latinoamericanos así como el periodo de tiempo. Los datos para las variables GEIpc, PIBpc, TEC, PT, COMER, IED se obtuvieron de la base de indicadores mundiales sobre desarrollo del Banco Mundial (WDI, 2017). Todos los datos sobre instituciones y calidad de gobierno fueron extraídos de The Worldwide Governance Indicators (WGI, 2017). La información para las variables IE y EE se tomó de las Estadísticas e Indicadores Ambientales de CEPALSTATS. La Tabla 2 muestra las variables, la descripción, las unidades de medición y los signos esperados de los coeficientes del modelo.

Tabla 2 Detalle de las variables.

| Variable | Explicación | Unidad | Fuente | Signo Esperado |
|--------------------------|--|--|---------------|-----------------------|
| ln (GEIpc) | Total, de emisiones de gases de efecto invernadero. | ln (kt de CO2 equivalente) | (WDI, 2017) | |
| ln (PIBpc) | PIB per cápita, PPA (\$ a precios internacionales actuales). | ln (1000 US\$ 2011) | (WDI, 2017) | Positivo. |
| ln (PIBpc ²) | PIB per cápita al cuadrado. | | | Negativo. |
| ln (PIBpc ³) | PIB per cápita al cubo. | | | ± |
| EPAVT | Estabilidad política y ausencia de violencia/terrorismo. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| CC | Control de la corrupción. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| EG | Efectividad del gobierno. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| CR | Calidad regulatoria. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| IL | Imperio de las leyes. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| LE | Libertad de expresión. | Valores entre -2.5 y 2.5 | (WGI, 2017) | Negativo. |
| TEC | Exportaciones de productos de alta tecnología. | Porcentaje de los productos manufacturados | (WDI, 2017) | Negativo. |

| | | | | |
|---|--|---|---------------|-----------|
| $\ln(\text{PIBpc}) * \text{EPAVT/CC/EG/CR/IL/LE}$ | Término de interacción. | | | Positivo. |
| $\ln(\text{PIBpc}^2) * \text{EPAVT/CC/EG/CR/IL/LE}$ | Término de interacción. | | | Negativo. |
| $\ln(\text{PIBpc}^3) * \text{EPAVT/CC/EG/CR/IL/LE}$ | Término de interacción. | | | ± |
| $\ln(\text{PIB}) * \text{TEC}$ | Término de interacción. | | | Positivo. |
| $\ln(\text{PIBpc}^2) * \text{TEC}$ | Término de interacción. | | | Negativo. |
| $\ln(\text{PIBpc}^3) * \text{TEC}$ | Término de interacción. | | | ± |
| Ln (PT) | Población total. | ln (unidades) | (WDI, 2017) | Positivo. |
| IE | Consumo de energía por millón de dólares del PIB en precios constantes del 2010. | Miles de barriles de petróleo equivalente | (CEPAL, 2017) | Positivo. |
| EE | Proporción de recursos energéticos renovables sobre la oferta energética total. | Proporción. | (CEPAL, 2017) | Negativo. |
| COMER | Comercio de mercaderías. (% del PIB). | Porcentaje. | (WDI, 2017) | Positivo. |
| IED | Inversión extranjera directa, entradas netas. | Porcentaje. | (WDI, 2017) | Positivo. |

4.- Resultados.

4.1.- Estadísticos descriptivos.

La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en nuestro modelo. Se observa que todos los países latinoamericanos se alejan ampliamente de los valores promedios. La Tabla 4 muestra la matriz de correlación que permite analizar posibles problemas de multicolinealidad. La mayoría de los coeficientes no superan al 50%. Las correlaciones más fuertes se encuentran entre los indicadores de calidad de gobierno. Esto recomienda no incluirlos conjuntamente en un mismo modelo. Dejamos cualquier análisis o inferencia de causalidad a métodos estadísticos más formales.

Tabla 3 Estadísticas Descriptivas.

| Variable | | Media | Dev. Std. | Mínimo | Máximo | Observaciones |
|------------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| ln (GEIpc) | General | -5.330286 | 0.7015173 | -6.432259 | -2.786832 | N = 324 |
| | Entre | | 0.6852661 | -6.265535 | -3.959671 | n = 18 |
| | Dentro | | 0.2173756 | -6.287268 | -4.157447 | T = 18 |
| ln (PIBpc) | General | 8.972472 | 0.5152072 | 7.738997 | 10.02322 | N = 324 |
| | Entre | | 0.4667575 | 8.093602 | 9.559566 | n = 18 |
| | Dentro | | 0.2429863 | 8.480332 | 9.562592 | T = 18 |
| EPAVT | General | -0.3426055 | 0.6530893 | -2.3857 | 0.9973063 | N = 324 |
| | Entre | | 0.6386092 | -1.749541 | 0.7633462 | n = 18 |
| | Dentro | | 0.2004201 | -1.062043 | 0.1544409 | T = 18 |
| CC | General | -0.303594 | 0.6779242 | -1.444359 | 1.572951 | N = 324 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|------------|-----------|------------|-----------|-----|-----|
| | Entre | | 0.6782205 | -1.124076 | 1.444894 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.1542978 | -0.7346453 | 0.2069996 | T = | 18 |
| EG | General | -0.2242938 | 0.5613994 | -1.195942 | 1.285714 | N = | 324 |
| | Entre | | 0.5595473 | -0.9695299 | 1.206711 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.1362154 | -0.627603 | 0.2027976 | T = | 18 |
| CR | General | 0.0139563 | 0.6209773 | -1.624753 | 1.64474 | N = | 324 |
| | Entre | | 0.5780686 | -0.9828321 | 1.473358 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.2627492 | -0.627965 | 1.0229 | T = | 18 |
| IL | General | -0.4673229 | 0.6504213 | -1.812253 | 1.374353 | N = | 324 |
| | Entre | | 0.6450485 | -1.288491 | 1.248214 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.1698815 | -0.9910853 | 0.0704554 | T = | 18 |
| LE | General | 0.1005125 | 0.501417 | -0.9618688 | 1.243549 | N = | 324 |
| | Entre | | 0.4887367 | -0.5652662 | 1.018083 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.1585155 | -0.3783807 | 0.6263118 | T = | 18 |
| TEC | General | 8.431279 | 10.28533 | 0.0013268 | 63.40368 | N = | 324 |
| | Entre | | 9.000392 | 2.104588 | 39.17926 | n = | 18 |
| | Dentro | | 5.389303 | -26.54516 | 46.34956 | T = | 18 |
| IE | General | 1.132556 | 0.4396158 | 0.5684226 | 2.250259 | N = | 324 |
| | Entre | | 0.4349587 | 0.6260214 | 1.945453 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.1184493 | 0.7483654 | 1.454636 | T = | 18 |
| EE | General | 32.94112 | 19.09179 | 7.208523 | 76.0548 | N = | 324 |
| | Entre | | 19.16819 | 8.317099 | 72.74032 | n = | 18 |
| | Dentro | | 4.05148 | 20.42738 | 56.42065 | T = | 18 |

| | | | | | | | |
|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|-----|-----|
| ln (PT) | General | 16.43776 | 1.136914 | 14.84329 | 19.1349 | N = | 324 |
| | Entre | | 1.165363 | 15.00335 | 19.04008 | n = | 18 |
| | Dentro | | 0.0773366 | 16.23665 | 16.62771 | T = | 18 |
| <hr/> | | | | | | | |
| IED | General | 3.712267 | 2.771048 | -5.007236 | 16.22949 | N = | 324 |
| | Entre | | 1.969363 | 0.6969128 | 8.315166 | n = | 18 |
| | Dentro | | 2.00111 | -3.94247 | 11.62659 | T = | 18 |
| <hr/> | | | | | | | |
| COMER | General | 52.11963 | 23.94042 | 12.29259 | 120.7539 | N = | 324 |
| | Entre | | 20.743 | 18.93556 | 108.3071 | n = | 18 |
| | Dentro | | 12.86537 | 14.95344 | 93.1011 | T = | 18 |

Tabla 4 Coeficientes de Correlación.

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| (1) ln (GEIpc) | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| (2) ln (PIB) | 0.26 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| (3) EPATV | 0.01 | 0.24 | 1 | | | | | | | | | | | |
| (4) CC | 0.06 | 0.45 | 0.64 | 1 | | | | | | | | | | |
| (5) EG | 0.07 | 0.49 | 0.59 | 0.90 | 1 | | | | | | | | | |
| (6) CR | -0.16 | 0.22 | 0.51 | 0.79 | 0.86 | 1 | | | | | | | | |
| (7) IL | 0.07 | 0.39 | 0.73 | 0.93 | 0.89 | 0.83 | 1 | | | | | | | |
| (8) LE | 0.09 | 0.46 | 0.82 | 0.85 | 0.82 | 0.70 | 0.91 | 1 | | | | | | |
| (9) TEC | 0.04 | 0.10 | 0.27 | 0.25 | 0.25 | 0.21 | 0.29 | 0.37 | 1 | | | | | |
| (10) IE | 0.06 | -0.72 | -0.31 | -0.59 | -0.65 | -0.53 | -0.55 | -0.59 | -0.23 | 1 | | | | |
| (11) EE | -0.18 | -0.47 | 0.10 | -0.06 | -0.21 | 0.02 | -0.03 | -0.04 | 0.02 | 0.40 | 1 | | | |
| (12) ln (PT) | 0.23 | 0.37 | -0.38 | -0.04 | 0.08 | -0.02 | -0.15 | -0.18 | 0.04 | -0.31 | -0.42 | 1 | | |
| (13) IED | -0.06 | 0.07 | 0.32 | 0.33 | 0.38 | 0.44 | 0.43 | 0.37 | 0.13 | -0.12 | -0.08 | -0.22 | 1 | |
| (14) COMER | -0.30 | -0.29 | 0.15 | -0.13 | -0.15 | -0.08 | -0.06 | -0.04 | 0.07 | 0.39 | 0.30 | -0.50 | 0.26 | 1 |

4.2.- Estimación del modelo.

Dado que puede aparecer problemas de multicolinealidad al incluir PIB (al cuadrado y al cubo) y los productos cruzados entre PIB*INST y PIB*TEC para evitar sesgos en nuestras estimaciones, consideramos el factor de inflación de varianza (FIV). Para que la colinealidad no represente algún tipo de problema la inflación de varianza no debe superar el valor de 10. Una vez efectuado el análisis, encontramos efectivamente que la inflación de varianza mucho mayor a 10 entre las variables PIB y sus diferentes expresiones exponenciales. Pablo-Romero y De Jesús (2016) y Pablo-Romero y Sánchez-Braza (2017) proponen para solucionar este inconveniente, antes de estimar el modelo, convertir los datos en desviaciones de la media geométrica. Una vez hecho esto analizamos nuevamente los valores (FIV) y comprobamos que ninguno supera a 10. Por tanto, no ha sido necesario eliminar ninguna variable del modelo especificado en Eq (4). Los autores mencionados aconsejan efectuar la prueba de raíces unitarias (Pesaran, 2004). Los resultados muestran que las variables son estacionarias en primeras diferencias. Para Así podemos reescribir (4) como:

$$\begin{aligned}
 \Delta \overline{\ln GEIpc}_{it} = & \beta_1 \Delta \overline{\ln PIBpc}_{it} + \beta_2 \Delta \overline{\ln PIBpc}_{it}^2 + \beta_3 \Delta \overline{\ln PIBpc}_{it}^3 + \beta_4 \Delta \overline{INST}_{it} + \\
 & \beta_5 \Delta \overline{TEC}_{it} + \beta_6 \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{INST}_{it}) + \beta_7 \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{INST}_{it})^2 + \\
 & \beta_8 \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{INST}_{it})^3 + \beta_9 \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{TEC}_{it}) + \beta_{10} \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{TEC}_{it})^2 + \\
 & \beta_{11} \Delta (\overline{\ln PIBpc}_{it} * \overline{TEC}_{it})^3 + \beta_{12} \Delta \overline{\ln PT}_{it} + \beta_{13} \Delta \overline{IE}_{it} + \beta_{14} \Delta \overline{EE}_{it} + \beta_{15} \Delta \overline{COMER}_{it} + \\
 & \beta_{16} \Delta \overline{IED} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

La línea superior en la Eq (5) simboliza las desviaciones de la media geométrica. El símbolo Δ se utiliza para indicar las primeras diferencias.

Para elegir la técnica de estimación es la más adecuada el primer paso consiste en determinar si los efectos individuales son relevantes o no. Si la respuesta a esta pregunta es negativa, entonces lo más recomendable es usar el modelo de coeficientes constantes. Para saber si el modelo de coeficientes constantes es la mejor elección, realizamos el contraste de Breusch y Pagan, bajo la hipótesis nula que los efectos fijos no son relevantes. Sin embargo, el resultado del test (p-valor 0.000) sugiere que el modelo de coeficientes constantes no es adecuado para los datos. La segunda parte de la estrategia es elegir entre el uso del modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios. El contraste de Hausman está diseñado para responder a esta pregunta. La hipótesis nula supone que el modelo más adecuado es el de efectos aleatorios, siendo el modelo de efectos fijos la hipótesis alternativa. Obtenemos un p-valor de 0.0000, por lo que rechazamos la hipótesis nula y se concluye que la estimación más adecuada para los datos es el modelo de efectos fijos.

Para analizar los posibles problemas de heterocedasticidad realizamos el contraste de libre distribución del Wald, bajo la hipótesis nula de que no existe este problema (Greene, 2012). El p-valor del contraste es 0.0000 lo que permite concluir que existen problemas de heterocedasticidad por países. A continuación, se realiza el contraste de Wooldrige (Wooldridge, 2002) para analizar posibles problemas de autocorrelación AR (1). Como en el caso de la heterocedasticidad, la hipótesis nula implica que no existe dicho problema. El p-valor nuevamente es 0.0000 lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que también existen problemas de autocorrelación.

Para analizar la posible presencia de autocorrelación contemporánea hemos aplicado tres diferentes tests: Friedma, Frees, Pesaran (Pesaran, 2004). La hipótesis nula

para cada uno de ellos es nuevamente que no existe correlación contemporánea. Los resultados de los tres contrastes permiten rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, los datos del modelo presentan problemas de correlación contemporánea.

Tras analizar los problemas a los que se enfrentan los datos se estima el modelo por el método de los mínimos cuadrados generalizados factibles. El software estadístico utilizado fue STATA 13. Las estimaciones resultan robustas a errores de heterocedasticidad y autocorrelación.

4.3.- Resultados de las estimaciones.

Los resultados que se presentan en esta Sección corresponden tanto al modelo 1 como al modelo 2 especificados anteriormente. La Tabla 5 ofrece los resultados para el modelo 1 que excluye los términos cúbicos en el análisis de la CKA. La Tabla 6 muestra los resultados del modelo 2 que contiene todas las variables empleadas en nuestro estudio. Para ambos modelos se ofrecen los resultados para cada una de las seis variables que pueden capturar la calidad institucional. Las columnas indican la variable de calidad institucional utilizada en cada estimación.

Los resultados evidencian que la hipótesis CKA se confirma para los países latinoamericanos analizados y durante el periodo de tiempo 1996-2013. Los valores de los coeficientes del ingreso per cápita representan el valor de la elasticidad en el punto central de la muestra. En el modelo 1 los coeficientes de la variable *PIBpc* en su expresión de primer grado, son positivos y significativos. Los coeficientes del término al cuadrado son negativos y superan el test de significatividad al 1% en cuatro de las seis veces que fueron estimados. Como consecuencia, la relación entre las emisiones contaminantes y los ingresos corresponde a una curva en forma de U invertida. Para analizar la posible relación en forma de N se analizó el modelo 2 que incluye el *PIBpc* al cubo. Los resultados muestran que todos los coeficientes del término al cubo son negativos y estadísticamente

significativos para todas las veces en las que se estimó el modelo. Como consecuencia no resulta probado que después de una disminución del estrés ambiental, la tendencia se invierta.

La calidad de las instituciones y del gobierno junto con el progreso tecnológico son las variables más novedosas en esta investigación. De acuerdo con la hipótesis establecida se espera que ambas variables se comporten como mitigadoras de las emisiones para Latinoamérica durante el periodo de estudio. Los resultados muestran el signo esperado. Tanto para el modelo 1 como para el modelo 2 los resultados indican que los coeficientes estimados que acompañan a estas variables presentan signo negativo y superan la prueba de significatividad al 1%. Esto ocurre cuando se utilizan las diferentes variables *proxy* para medir la calidad de las instituciones. En el único caso en donde no se obtuvo una relación negativa fue al utilizar como variable *proxy*, *imperio de la ley (IL)*. De forma más específica, nuestros resultados soportan que cualquier incremento en los niveles de estabilidad política (ESAVT), control de la corrupción (CC), efectividad del gobierno (EG), calidad regulatoria (CR), libertad de expresión (LE), están relacionados negativamente con el aumento de las emisiones de efecto invernadero. Por otro lado, los resultados para la variable progreso tecnológico también satisfacen las expectativas teóricas. La relación observada entre las emisiones y el progreso tecnológico es significativamente negativa al 1% y para todas las estimaciones realizadas. De acuerdo con los resultados obtenidos se encuentra evidencia robusta que soporta que tanto un mayor nivel de calidad institucional como un mayor nivel de progreso tecnológico actúan como mitigadores las emisiones de efecto invernadero.

El análisis desarrollado ha permitido establecer la interacción del *PIBpc* con los diferentes indicadores de calidad institucional y con el progreso tecnológico con el objetivo de demostrar que la relación EKC está influida por estas dos variables. Los

resultados muestran que en el modelo 1, los coeficientes de interacción para el *PIBpc* de primer orden presentan signos positivos y son estadísticamente significativos en cuatro de las seis veces que fueron estimados. En cuanto a los coeficientes de la función al cuadrado, los resultados ofrecen signos negativos en cinco de las seis variables, aunque en este caso superan el test de significatividad sólo las variables *EPAVT*, *EG*, *IL*. Los coeficientes positivos y significativos en la función lineal y los coeficientes significativamente negativos en la función cuadrática, muestran que durante una primera etapa la degradación medioambiental se agrava conforme lo hace el nivel de los ingresos y la calidad de las instituciones hasta alcanzar un punto máximo a partir del que una mejora en la calidad de las instituciones mitiga la tasa de contaminación del crecimiento del PIB per cápita. En el modelo 2 se obtienen nuevamente coeficientes positivos para la variable lineal y signos negativos en las variables al cuadrado y al cubo. Esto indica una vez más que, alcanzado el punto máximo, la tasa de contaminación seguirá disminuyendo sin tener un punto de retorno. En cuanto a los coeficientes de interacción entre el PIBpc y el progreso tecnológico, se observa en el modelo 2 una relación en forma de U (signos negativos y significativos en la variable de primero orden, y positivamente significativos en las variables al cuadrado). En el modelo 2 los resultados son algo ambiguos. En las estimaciones 1, 3 y 5, observamos una relación positiva y significativa en las variables lineales y cuadráticas, y coeficientes negativos en las variables al cubo. En las estimaciones 2, 4 y 6, los coeficientes ($\beta_9 < 0, \beta_{10} > 0, \beta_{11} < 0$) muestran una curva en forma de N invertida.

En relación con las variables de intensidad energética *IE* y estructura energética (*EE*) los resultados muestran que su comportamiento es el esperado. Los coeficientes que acompañan a la variable (IE) fueron positivos y significativos. Este resultado valida la intensidad energética como un importante conductor de emisiones. Los coeficientes de la

variable (*EE*) fueron negativos y estadísticamente significativos, lo cual verifica que un aumento en la proporción de energía renovable mitiga en la disminución de las emisiones contaminantes. Para las variables de control población total (*PT*), inversión extranjera directa (*IED*), y comercio (*COMER*), no obtuvimos los resultados esperados.

Tabla 5. Resultados modelo 1.

| | (1) EPAVT | (2) CC | (3) EG | (4) CR | (5) IL | (6) VA |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| $\Delta \ln$ (<i>PIBpc</i>) | 0.344*** (0.036) | 0.253*** (0.052) | 0.138*** (0.041) | 0.219*** (0.031) | 0.172*** (0.0140) | 0.209*** (0.022) |
| $\Delta \ln$ (<i>PIBpc</i> ²) | -0.124*** (0.031) | -0.091*** (0.024) | -0.008 (0.022) | -0.017 (0.014) | -0.082*** (0.0148) | -0.082*** (0.015) |
| $\Delta \ln$ INST | -0.081*** (0.007) | -0.140*** (0.011) | -0.033** (0.014) | -0.042*** (0.010) | 0.025*** (0.0026) | -0.074*** (0.009) |
| $\Delta \ln$ TEC | -0.002*** (0.000) | -0.001*** (0.000) | -0.003*** (0.000) | -0.002*** (0.000) | -0.002*** (0.0001) | -0.002*** (0.000) |
| $\Delta \ln$ (<i>PIB</i>) *INST | 0.039** (0.018) | 0.074*** (0.019) | -0.126*** (0.022) | -0.096*** (0.018) | 0.076*** (0.0090) | 0.221*** (0.014) |
| $\Delta \ln$ (<i>PIB</i> ²) *INST | -0.084*** (0.022) | -0.012 (0.023) | -0.048** (0.022) | 0.093*** (0.022) | -0.043*** (0.0098) | -0.008 (0.021) |
| $\Delta \ln$ (<i>PIB</i>) *TEC | -0.003*** | -0.004*** | -0.004*** | -0.003*** | -0.003*** | -0.004*** |

| | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | (0.001) | (0.001) | (0.001) | (0.001) | (0.0004) | (0.001) |
| $\Delta \ln$ (PIB^2) *TEC | 0.010*** | 0.009*** | 0.010*** | 0.009*** | 0.010*** | 0.011*** |
| | (0.001) | (0.002) | (0.001) | (0.001) | (0.0005) | (0.001) |
| ΔIE | 0.068*** | 0.072*** | 0.098*** | 0.063*** | 0.074*** | 0.075*** |
| | (0.018) | (0.020) | (0.014) | (0.018) | (0.0045) | (0.013) |
| ΔEE | -0.004*** | -0.005*** | -0.005*** | -0.005*** | -0.005*** | -0.005*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.0001) | (0.000) |
| $\Delta \ln$ (PT) | -0.384** | -0.057 | -0.461*** | -0.586*** | 0.018 | -0.177 |
| | (0.158) | (0.253) | (0.095) | (0.112) | (0.0786) | (0.125) |
| ΔIED | -0.009*** | -0.010*** | -0.010*** | -0.010*** | -0.011*** | -0.009*** |
| | (0.001) | (0.000) | (0.000) | (0.001) | (0.0002) | (0.000) |
| $\Delta COMER$ | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.002*** | -0.001*** | -0.001*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.0001) | (0.000) |
| WALD CHI2(30) | 2854429 | 1545303 | 4573330 | 2857421 | 75600000 | 429000000 |
| PROB > CHI2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| OBS | 306 | 306 | 306 | 306 | 306 | 306 |

Nota: Los errores estándar se muestran entre paréntesis. Las estimaciones contienen dummies para todos los años.

** Indica significancia al 10 %*

*** Indica significancia al 5%*

*** Indica significancia al 1%

Tabla 6. Resultados modelo 2.

| | (1) EPAVT | (2) CC | (3) EG | (4) CR | (5) IL | (6) LE |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\Delta \ln$ (PIB_{pc}) | 0.406*** (0.038) | 0.370*** (0.069) | 0.256*** (0.042) | 0.318*** (0.042) | 0.263*** (0.048) | 0.393*** (0.053) |
| $\Delta \ln$ (PIB_{pc}^2) | -0.126*** (0.030) | 0.006 (0.036) | -0.007 (0.030) | 0.018 (0.029) | -0.025 (0.030) | 0.006 (0.035) |
| $\Delta \ln$ (PIB_{pc}^3) | -0.231*** (0.040) | -0.178*** (0.043) | -0.140*** (0.029) | -0.154*** (0.030) | -0.133*** (0.039) | -0.162*** (0.037) |
| $\Delta INST$ | -0.107*** (0.008) | -0.130*** (0.019) | -0.056*** (0.013) | -0.053*** (0.012) | 0.007 (0.013) | -0.131*** (0.023) |
| ΔTEC | -0.001*** (0.000) | -0.001 (0.001) | -0.002*** (0.001) | -0.002*** (0.000) | -0.002*** (0.000) | -0.002** (0.001) |
| $\Delta \ln$ (PIB) *INST | 0.061*** (0.018) | 0.185 (0.034) | -0.165*** (0.026) | -0.053*** (0.024) | 0.036 (0.033) | 0.540*** (0.046) |
| $\Delta \ln$ (PIB^2) *INST | -0.072*** (0.018) | 0.060*** (0.028) | -0.006 (0.024) | 0.141*** (0.025) | 0.000 (0.021) | 0.156*** (0.040) |
| $\Delta \ln$ (PIB^3) *INST | -0.063** (0.028) | -0.111 (0.036) | 0.057* (0.034) | -0.078*** (0.032) | -0.005 (0.034) | -0.591*** (0.057) |
| $\Delta \ln$ (PIB) *TEC | 0.010*** (0.001) | -0.002*** (0.003) | 0.005*** (0.002) | -0.001 (0.002) | 0.002 (0.002) | -0.002 (0.003) |
| $\Delta \ln$ (PIB^2) | 0.007*** | 0.007*** | 0.008*** | 0.008*** | 0.009*** | 0.009*** |

| | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| *TEC | (0.001) | (0.002) | (0.001) | (0.001) | (0.001) | (0.002) |
| $\Delta \ln$ (PIB^3) *TEC | -0.019*** | -0.002*** | -0.013*** | -0.004 | -0.010*** | -0.006 |
| | (0.002) | (0.004) | (0.003) | (0.003) | (0.003) | (0.004) |
| ΔIE | 0.037** | 0.060*** | 0.092*** | 0.055*** | 0.072*** | 0.056*** |
| | (0.018) | (0.026) | (0.013) | (0.014) | (0.014) | (0.020) |
| ΔEE | -0.005*** | -0.005*** | -0.005*** | -0.004*** | -0.004*** | -0.004*** |
| | (0.000) | (0.001) | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.001) |
| $\Delta \ln$ (PT) | -0.449*** | -0.404*** | -0.668*** | -1.088*** | -0.725* | -0.658 |
| | (0.137) | (0.223) | (0.149) | (0.320) | (0.391) | (0.558) |
| ΔIED | -0.009*** | -0.009*** | -0.010*** | -0.010*** | -0.010*** | -0.007*** |
| | (0.000) | (0.001) | (0.000) | (0.001) | (0.001) | (0.001) |
| $\Delta COME$ R | -0.002*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.000) | (0.000) |
| WALD CHI2(33) | 5526160 | 16900000 | 1210087 | 6954258 | 4969125 | 9365484 |
| PROB > CHI2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| OBS | 306 | 306 | 306 | 306 | 306 | 306 |

Nota: Los errores estándar se muestran entre paréntesis. Las estimaciones contienen dummies para para todos los años.

** Indica significancia al 10 %*

*** Indica significancia al 5%*

**** Indica significancia al 1%*

5.- Conclusiones.

Los resultados evidencian que la hipótesis CKA se confirma para los países latinoamericanos y durante el periodo de tiempo analizado. Como consecuencia la

relación entre las emisiones y los ingresos está representada por una curva en forma de U invertida. Los resultados muestran que todos los coeficientes del término al cubo son negativos y estadísticamente significativos para todas las veces en las que se estimó el modelo. Como consecuencia no resulta probado que después de una disminución del estrés ambiental, la tendencia se invierta.

Los resultados soportan que cualquier incremento en los niveles de estabilidad política (ESAVT), control de la corrupción (CC), efectividad del gobierno (EG), calidad regulatoria (CR), libertad de expresión (LE), están relacionados negativamente con el aumento de las emisiones de efecto invernadero. En definitiva, los principales resultados sugieren que el papel de las instituciones tiene un importante efecto mitigador de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, los resultados para la variable progreso tecnológico también satisfacen las expectativas teóricas.

En relación con las variables de control de intensidad energética (IE) y estructura energética (EE), los resultados muestran que su comportamiento es el esperado por las hipótesis planteadas. Los coeficientes que acompañan a la variable IE fueron positivos y significativos. Este resultado muestra que el consumo de energía es un importante conductor de emisiones. Los coeficientes de la variable (EE), fueron negativos y estadísticamente significativos, lo cual verifica que un aumento en la proporción de energía renovable, incide en la disminución de las emisiones contaminantes. Para las variables de control población total (PT), inversión extranjera directa (IED), y comercio (COMER), no obtuvimos los resultados esperados. Para las dos últimas variables los resultados no respaldan las teorías de los paraísos de contaminación.

Referencias.

- Acemoglu, D; Johnson, S; James A. Robinson. 2005. Institutions as a fundamental cause of long-run growth, *Handb. Econ. Growth* 1, 385-472.
- Ang, B.W., 2004. "Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method?" *Energy Policy* 32(9), 1131–1139.
- Apergis, N., y Ozturk, I. 2015. Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 16-22.
- Bernauer, T., y Koubi, V. 2009. Effects of political institutions on air quality. *Ecological Economics*, 1355-1365.
- Bhattacharyya, S. 2009. Unbundled institutions, human capital and growth, *J. Comp. Econ.* 37 (1), 106-120.
- Bhattacharya, M., Awaworyi, C. S., & Paramati, S. R. 2017. The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO₂ emissions across regions. *Renewable Energy*, 157-167.
- Bhattarai, M., y Hammig, M. 2001. Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, 995-1010.
- Bokpin, G. A. 2016. Foreign direct investment and environmental sustainability in Africa: The role of institutions and governance. *Research in International Business and Finance*, 239–247.
- Cansino, J.M., Sánchez-Braza, A., y Rodríguez-Arévalo, M.L., 2015. "Driving forces of Spain's CO₂ emissions: A LMDI decomposition approach". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 48, 749–759.
- Cansino, J.M., Moreno, R. 2017. Does forest matter regarding Chilean CO₂ international abatement commitments? A multilevel decomposition approach. *Carbon Management*, forthcoming.
- Chang, C.-P., y Hao, Y. 2016. Environmental performance, corruption and economic growth: global evidence using a new data set. *Applied Economics*, 498-514.
- Charfeddine, L., y Mrabet, Z. 2017. The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138-154.
- Chen, L., y Yang, Z., 2015. "A spatio-temporal decomposition analysis of energy-related CO₂ emission growth in China". *Journal of Cleaner Production* 103, 49–60.
- Colinet, M.J.; Román, R. 2016. LMDI decomposition analysis of energy consumption in Andalusia (Spain) during 2003–2012: the energy efficiency policy implications. *Energy Efficiency*, 9.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (15 de Jun de 2017). <http://estadisticas.cepal.org>. Obtenido de

http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp?idioma=e

- Commoner, B. 1971. *The closing circle : nature, man, and technology*. New York: Alfred A. Knopf.
- Copeland, B. R., y Taylor, M. S. 2004. Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*, 7-71.
- Culas, R. J. 2007. Deforestation and the environmental Kuznets curve: An institutional perspective. *Ecological Economics*, 429-437.
- De Bruyn, S. 1997. Explaining the environmental Kuznets curve: Structural change and international agreements in reducing sulphur emissions. *Environment and Development Economics*, 485-503.
- Dietz, T., y Rosa, A. E. 1994. Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology. *Human Ecology Review*, 277–300.
- Dietz, T., y Rosa, A. E. 1998. Climate change and society: Speculation, construction and scientific investigation. *International Sociology*, 421–455.
- Dinda, S. 2004. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 431-455.
- Kaufmann, D; Kraay, A; M. Mastruzzi. 2010. The worldwide governance indicators: methodology and analytical issues. World Bank Policy Research Working Paper No. 5430
- Easterly, W; Levine, R. 2003. Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development, *J. Monetary Econ.* 50 (1), 3-39.
- Ehrlich, P. R., y Holdren, J. P. (1971). Impact of Population Growth. *Science*, 1212-1217.
- Forslid, R., Okubo, T., y Sanctuary, M. 2017. Trade Liberalization, Transboundary Pollution, and Market Size. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 927-957.
- Greene, W. H. 2012. *Econometric Analysis*, 7th Edition, Stern School of Business, New York University, Pearson.
- González, P.F., Landajo, M., and Presno, M.J., 2014. “The driving forces behind changes in CO2 emission levels in EU-27. Differences between member states”. *Environmental Science & Policy* 38, 11–16.
- Grossman, G. M., y Krueger, A. B. 1993: «Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement», en *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, Editorial Garber. Cambridge: MIT Press.
- Grossman, G. M., y Krueger, A. B. 1995. Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 353-377.

- Guo, B., Geng, Y., Franke, B., Hao, H., Liu, Y., and Chiu, A., 2014. "Uncovering China's transport CO₂ emission patterns at the regional level". *Energy Policy* (74), 134-146.
- Hall, R.E.; Jones, C.I. 1999. Why do some countries produce so much more output per worker than others?, National Bureau of Economic Research.
- Halicioglu, F. 2009. An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey, *Energy Policy* 37 (3), 1156-1164.
- Halkos, G. E., y Paizanos, E. A. 2016. The channels of the effect of government expenditure on the environment: evidence using dynamic panel data. *Journal of Environmental Planning and Management*, 135-157.
- He, J. 2006. Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: The case of industrial emission of sulfur dioxide (SO₂) in Chinese provinces. *Ecological Economics*, 228-245.
- Hettige, H., R.E.B. Lucas and D. Wheeler (1992), 'The Toxic Intensity of Industrial Production: Global Patterns, Trends, and Trade Policy,' *American Economic Review*, 478-81
- Hosseini, M. H., y Kaneko, S. 2013. Can environmental quality spread through institutions? *Energy Policy*, 312-321.
- Kaya, Y. 1989. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth: interpretation of proposed scenarios. Presentation to the Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, IPCC, Paris.
- Kuznets, S. 1955. Economic Growth and Income Inequality. *American Economic Association*, 1-28.
- Liobikienė, G., y Butkus, M. 2017. Environmental Kuznets Curve of greenhouse gas emissions including technological progress and substitution effects. *Energy*, 237-248.
- Liobikienė, G., y Mindaugas, B. 2017. Environmental Kuznets Curve of greenhouse gas emissions including technological progress and substitution effects. *Energy*, 237-248.
- Liu, Y., Hao, Y., y Gao, Y. 2017. The environmental consequences of domestic and foreign investment: Evidence from China. *Energy Policy*, 271-280.
- López, L. A., Arce, G., y Zafrilla, J. E. 2013. Parcelling virtual carbon in the pollution haven hypothesis. *Energy Economics*, 177-186.
- Luzzati, T; Orsini, M. 2009. Investigating the energy-environmental Kuznets curve, *Energy* 34 (3), 291-300.
- Moutinho, V., Moreira, A.C., and Silva, P.M., 2015. "The driving forces of change in energy-related CO₂ emissions in Eastern, Western, Northern and Southern Europe: The LMDI approach to decomposition analysis". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50, 1485–1499.

- Mulatu, A. 2017. The Structure of UK Outbound FDI and Environmental Regulation. *Environmental and Resource Economics*, 65–96.
- Munasinghe, M. 1999. Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: tunneling through the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 89-109.
- North, D. C., 1991. Institutions. *The Journal of Economic Perspectives*, 97-112.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., y Taspinar, N. 2017. Testing the EKC hypothesis by considering trade openness, urbanization, and financial development: the case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 16690-16701.
- Özokcu, S., y Özdemir, Ö. 2017. Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 639–647.
- Pablo-Romero, M. d., y De Jesús, J. 2016. Economic growth and energy consumption: The Energy-Environmental Kuznets Curve for Latin America and the Caribbean. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1343-1350.
- Pablo-Romero, M. d., y Sánchez-Braza, A. 2017. Residential energy environmental Kuznets curve in the EU-28. *Energy*, 44–54.
- Panayotou, T. 1997. Demystifying the environmental Kuznets curve: Turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics*, 465-484.
- Pesaran M.H. 2004. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers WP0435*, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran M.H. 2007. A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence. *Applied Economics*, 265-312.
- Rodrik, D; Subramanian, A; Trebbi, F. 2004. Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development, *J. Econ. growth* 9 (2) 131-165.
- Sanchez, L. F., y Stern, D. I. 2016. Drivers of industrial and non-industrial greenhouse gas emissions. *Ecological Economics*, 17-24.
- Shahiduzzaman, M., y Layton, A., 2015. “Decomposition analysis to examine Australia’s 2030 GHGs emissions target: How hard will it be to achieve?” *Economic Analysis and Policy* 48, 25–34.
- Stern, D.I. 2004. The rise and fall of the environmental Kuznets curve, *World Dev.* 32 (8) 1419-1439.
- Sumabat, A.K., Lopez, N.S., Yu, K.D., Hao, H., Li, R., Geng, Y., y Chiu, A.S.F., 2016. “Decomposition analysis of Philippine CO₂ emissions from fuel combustion and electricity generation”. *Applied Energy* (164), 795-804.

- Sun, C., Zhang, F., y Xu, M. 2017. Investigation of pollution haven hypothesis for China: An ARDL approach with breakpoint unit root tests. *Journal of Cleaner Production*, 153-164.
- Shafik, N. and S. Bandyopadhyay (1992), 'Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence,' World Bank Policy Research Working Paper, WPS 904.
- Timilsina G.R., y Shrestha A., 2009. "Factors affecting transport sector CO₂ emissions growth in Latin American and Caribbean countries: An LMDI decomposition analysis". *International Journal of Energy Research* 33 (4), 396–414.
- Vincent, J. (1996), 'Pollution and Economic Development in Natural Resources, Environment and Development,' in *Malaysia: A Economic Perspective*, by Jeffrey Vincent, Rozali bin Mohamed Ali, and Associates.
- World Bank. 2017. Worldwide Governance Indicators. Available at <https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- Wernick, I. K., Waggoner, P. E., & Ausubel, J. H. 1997. Searching for Leverage to Conserve Forests: The Industrial Ecology of Wood Products in the United States. *Journal of Industrial Ecology*, 125–145.
- Xing, Y., y Kolstad, C. D. 2002. Do Lax Environmental Regulations Attract Foreign Investment? *Environmental and Resource Economics*, 1-22.
- Yang, X., Lou, F., Sun, M., Wang, R., y Wang, Y. 2017. Study of the relationship between greenhouse gas emissions and the economic growth of Russia based on the Environmental Kuznets Curve. *Applied Energy*, 162-173.
- Yin, J., Zheng, M., y Chen, J. 2015. The effects of environmental regulation and technical progress on CO₂ Kuznets curve: An evidence from China. *Energy Policy*, 97-108.
- Wooldridge, J. 2002. *Econometric analysis of cross section and panel data* MIT Press, Massachusetts.
- WDI, 2017. The World Bank Group. (15 de jun de 2017). *info.worldbank.org*. Obtenido de <http://info.worldbank.org/governance/wgi/#reports>
- WGI, 2017. The World Bank Group. (15 de jun de 2017). *data.worldbank.org*. Obtenido de <https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- Zhang, M., Mu, H., y Ning, Y. 2009. "Accounting for energy-related CO₂ emission in China, 1991–2006". *Energy Policy* 37 (3), 767-773. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.025>
- Zhang, W., Li, K., Zhou, D., Zhang, W., y Gao, H., 2016. "Decomposition of intensity of energy-related CO₂ emission in Chinese provinces using the LMDI method". *Energy Policy* 92, 369–381.
- Zhang, S., Liu, X., y Bae, J. (2017). Does trade openness affect CO₂ emissions: evidence from ten newly industrialized countries? *Environmental Science and Pollution Research*, 17616-17625.