

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



Facultad de
Ciencias Sociales
y Humanísticas



“ANÁLISIS DE LA CURVA KUZNETS AMBIENTAL PARA LOS
PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE PRODUCTOS
DERIVADOS DE PETRÓLEO DURANTE EL PERIODO 2006-2010”

PROYECTO DE TITULACIÓN

Prevía la obtención del Título de:
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Presentado por:
GUTIÉRREZ LINO MABEL IRENE
LLANGARI SINCHI REBECA VIRGINIA

Director
MSc. MANUEL ZAMBRANO

Guayaquil - Ecuador
2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



Facultad de
**Ciencias Sociales
y Humanísticas**



**“ANÁLISIS DE LA CURVA KUZNETS AMBIENTAL PARA LOS
PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE PRODUCTOS
DERIVADOS DE PETRÓLEO DURANTE EL PERIODO 2006-2010”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del Título de:

ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Presentado por:

GUTIÉRREZ LINO MABEL IRENE

LLANGARI SINCHI REBECA VIRGINIA

Director

MSc. MANUEL ZAMBRANO

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios porque sin él no soy nada, porque gracias a él tengo la dicha de tener unos padres maravillosos que con sus defectos y virtudes han formado parte de mi desarrollo moral y espiritual, a mis hermanas Cristina y Emily porque siempre han estado conmigo ayudándome de una u otra manera y las amo a pesar de que muchas veces no lo demuestre así, agradezco a mi estimada Rebeca compañera de tesis porque ha sabido entenderme y hemos trabajado juntas arduamente para alcanzar este objetivo que marca una nueva etapa en nuestras vidas.

Mabel Irene Gutiérrez Lino

Agradezco con todo mi corazón a Dios, quien me ha permitido vivir esta aventura junto a los seres más maravillosos a quien tengo el honor de llamar padres, José Llangari y Rosario Sinchi, el primero me ha enseñado los resultados que el trabajo honesto y con mucho esfuerzo puede dar, la segunda me ha demostrado su amor incondicional durante todas las etapas de mi vida, ellos me han enseñado el valor por el amor, la familia y el trabajo y me han dado las herramientas necesarias para alcanzar esta meta, que marca el comienzo de una nueva etapa en mi vida.

Rebeca Virginia Llangari Sinchi

DEDICATORIA

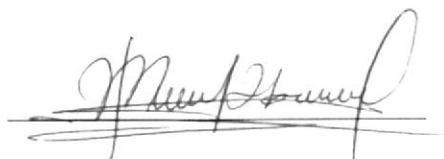
El presente trabajo está dedicado a Dios porque si no fuera por la vida y las fuerzas que me regala día a día no hubiera alcanzado este logro, a mi mamá Ana Lino, mi papá Wilfrido Gutiérrez y a mis hermanas quienes han formado parte de este arduo camino con su apoyo incondicional y su amor fraternal, a mi novio Jhalmar Hurtado aquella persona que desde el día en que lo conocí ha formado parte de mi desarrollo profesional y personal, apoyándome cada paso que doy; a mis amigos Daniela, Karen, Marina, Eduardo y Sixto quienes me han dado ánimos con sus consejos y locuras cuando yo sentía que ya no podía seguir.

Mabel Irene Gutierrez Lino

Este proyecto se lo dedico a mis padres, quienes han estado conmigo en todo momento desde el comienzo de mi educación en ESPOL; mi hermanita Corina y mi pequeña prima Analía, a quien adoro como si fuera mi sobrina, ellas se esfuerzan todos los días para ser una de las mejores de su clase; a mis abuelitos Vicente y Margarita quienes me han heredado las raíces de una hermosa tierra “Cuenca”; mi tía Silvia una mujer luchadora y brillante; mi profesora de cuarto grado, la Srta. Carmen, quien me impulsó a esforzarme en el estudio ya que sin su instrucción seguido de las continuas orientaciones por mi mami, no hubiera estado escribiendo esta dedicatoria; mi mejor amiga, Ingeborth, y a nuestro pequeño ángel que viene en camino; mis hermosas mascotas, Osa y Nikita, que me reciben todos los días con mucha alegría al llegar a casa; y definitivamente le dedico a Dios todo mi esfuerzo y valor, él me ama infinitamente y me ha dado una maravillosa vida.

Rebeca Virginia Llangari Sinchi

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Manuel Zambrano', is written over a horizontal line.

Msc. Manuel Zambrano
Director de Tesis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Washington Macías', is written over a horizontal line.

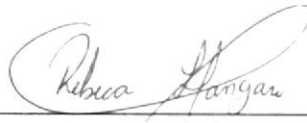
Msc. Washington Macías
Vocal Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Mabel Irene Gutiérrez', written over a horizontal line.

Gutiérrez Lino Mabel Irene

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Virginia Rebeca Sinchi Llangari', written over a horizontal line.

LLangari Sinchi Rebeca Virginia

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	VII
ABREVIATURAS.....	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
CAPÍTULO 1	4
INTRODUCCIÓN	4
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	9
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	10
1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	10
1.4 JUSTIFICACIÓN	11
1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	13
CAPÍTULO 2.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
1.6 MARCO CONCEPTUAL.....	14
1.7 MARCO REFERENCIAL	21
CAPÍTULO 3.....	27
DATOS Y VARIABLES	27
CAPÍTULO 4.....	29
ANÁLISIS EMPÍRICO	29
CAPÍTULO 5.....	32
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2. 1: Relación entre degradación ambiental y crecimiento económico.....	15
Ilustración 2. 2: Curva Kuznets Ambiental.....	15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5. 1: Consumo de productos derivados de petróleo por país (Promedio 2006-2010).	32
Gráfico 5. 2: Tendencia emisiones de CO2.....	34
Gráfico 5. 3: Dispersión CO2 – PIBper	35
Gráfico 5. 4: Dispersión CO2 – Uso de energía.....	36
Gráfico 5. 5: Curva Kuznets Ambiental.....	38
Gráfico 5. 6: Tendencia CO2 - Ecuador.....	40
Gráfico 5. 7: Efectos fijos en datos de corte transversal – País base: Estados Unidos.	40
Gráfico 5. 8: Efectos en el tiempo - Año base: 2006	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1: Países consumidores de productos derivados del petróleo	27
Tabla 3. 2: Categorización de Variables	28
Tabla 5. 1: Estadísticas Descriptivas.....	33
Tabla 5. 2: Modelo Final.....	37
Tabla 5. 3: Pib per cápita promedio de los países de la muestra para el periodo 2006 - 2010.	39

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2. 1: Modelo CKA	14
Ecuación 2. 2: Modelo de datos de panel	17
Ecuación 2. 3: Término de error compuesto.....	17
Ecuación 2. 4: Modelo Pooled.....	17
Ecuación 2. 5: Error idiosincrático	18
Ecuación 2. 6: Supuestos fundamentales del Modelo de Efectos Fijos	18
Ecuación 2. 7: Supuestos fundamentales del Modelo de Efectos Aleatorios	18
Ecuación 2. 8: Varianza del Modelo de Efectos Aleatorios	19
Ecuación 2. 9: Hipótesis del Test de Wald.....	19
Ecuación 2. 10: Hipótesis del Test de Haussman	19
Ecuación 4. 1: Especificación del Modelo CKA	29
Ecuación 5. 1: Modelo estimado CKA.....	36

ABREVIATURAS

ARDL	Modelo Autoregresivo de Rezagos Distribuidos.
b/d	Barriles al día.
CKA	Curva Kuznets Ambiental.
CO ₂ , CO ₂	Dióxido de Carbono.
E.A.U.	Emiratos Árabes Unidos
et.al.	Y otros.
Fed.	Federación.
IDHM	Índice de Desarrollo Humano Modificado.
IIDMA	Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente.
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
Kg.	Kilogramo.
MCOD	Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos.
MCOTM	Mínimos Cuadrados Ordinarios Totalmente Modificados.
MENA	Medio Este y Norte de África.
MG	Mean Group.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
OMC	Organización Mundial del Comercio.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo.
PIB	Producto Interno Bruto.
PibPer	Producto Interno Bruto per cápita.
PMG	Pooled Mean Group.
Rep.	República.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
Use Ene	Uso de energía.
VECM	Modelo de Corrección de Vector de Errores.

RESUMEN EJECUTIVO

La contaminación del ambiente a causa de los diferentes contaminantes, especialmente los denominados gases de efecto invernadero se ha vuelto un tema de relevante para las naciones, en especial para los países desarrollados. Para tratar el tema del deterioro ambiental se han realizado varias conferencias por parte de la Organización de Naciones Unidas, una de las primeras reuniones fue la llamada Conferencia de la Biósfera en 1968, y hasta la actualidad tanto países desarrollados como los países en vías de desarrollo, se encuentran interesados en disminuir el impacto ambiental causado por las actividades económicas de cada nación. El presente trabajo de investigación busca mostrar la relación que existe entre la degradación ambiental y el crecimiento económico a través de la metodología propuesta por Simon Kuznets la cual trata de la Curva Kuznets Ambiental (CKA) que dice que el nivel de contaminación ambiental de un país aumenta a medida que su crecimiento económico se desarrolla, pero la misma sigue este comportamiento hasta llegar a su turning point o punto de inflexión donde empieza a disminuir sus niveles de contaminación y su crecimiento económico aumenta. Dado esto se busca determinar la existencia de una CKA para los países consumidores de productos derivados del petróleo para el período 2006-2010. En el capítulo I se redacta una breve introducción donde se define el problema en torno a la contaminación del medio ambiente, se comentan análisis históricos donde se puede observar que a partir del siglo XX los países se comenzaron a interesar en la problemática ambiental. También se presentan los objetivos e hipótesis tanto generales como específicas, además de la justificación del tema que en base a la evidencia empírica pone a conocimiento los principales detonantes del daño indiscutible causado al medio ambiente. Y el alcance del estudio que da a conocer las limitaciones que tiene el presente análisis. En el capítulo II a través del marco teórico conceptual se describen los términos de mayor relevancia que facilitan la comprensión del lector para el presente estudio, el marco teórico referencial justifica el propósito de la investigación que se ha realizado a través de estudios previos recopilados de fuentes confiables. El capítulo III describe la obtención de los datos para la estimación de los parámetros, los elementos del muestreo y la categorización de la variable dependiente y las variables explicativas.

El análisis empírico se lo detalla en el capítulo IV, en este se describe paso a paso los test que se realizaron para obtener la estimación de los parámetros y se describe los problemas observados en el panel de datos. Los resultados del modelo final se los presenta en el capítulo V, se determina la existencia de una Curva Kuznets Ambiental para los países de estudio, y se confirman las hipótesis presentadas en el capítulo uno, en esta sección se describen los parámetros y la relaciones estimadas, el punto de inflexión calculado es de \$36,092 dólares per cápita y se muestran las estadísticas descriptivas de los elementos del muestra. Una vez realizado la aplicación empírica del modelo de la Curva Kuznets Ambiental se muestran las conclusiones y comparaciones con respecto al marco referencial del capítulo dos y se confirma la existencia de un desarrollo sostenible para ciertos países de la muestra. Al final se dan recomendaciones para que los demás países que no han alcanzado un desarrollo sostenible se comprometan a utilizar energías amigables con el medio ambiente, así como participar de las organizaciones y convenios internacionales que tratan de mitigar el deterioro ambiental.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el principio de los tiempos se creía que el hombre era el que gobernaba sobre la tierra por lo que disponía libremente de sus recursos, sin embargo tras el desarrollo de la ciencia y del pensamiento económico se han establecido teorías que han contribuido a la administración de los recursos del ambiente y han tratado de explicar el porqué de los cambios en ellos. A lo largo de la historia han ocurrido hechos como la Revolución Industrial y las Guerras Mundiales que desencadenaron en el uso de la tierra para la agricultura intensiva y el aumento de la producción para satisfacer al comercio exterior y al consumismo.

El uso de los recursos ha sido de interés para algunos representantes de la economía en cada época, en la escuela fisiócrata y en la escuela clásica se desarrollaron teorías relativas a los problemas ambientales, donde sus principales exponentes fueron François Quesnay y Adam Smith, respectivamente.

En 1960, Ronald Coase desarrolló un artículo basado en el costo social, la internalización de las externalidades, además de un análisis de la inclusión de los costos de transacción a la producción y cómo interactúan los individuos de tal forma que los recursos sean designados eficientemente.

No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX que los países se interesaron en los problemas ambientales y el agotamiento de recursos; una de las primeras reuniones para tratar estos temas fue la Conferencia de la biósfera (París, 1968), liderada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en la que se reunieron personajes de índole político y científico para discutir temas vinculados con la degradación ambiental. En esta conferencia emergió un programa de investigación llamado Hombre y Biósfera, con el objetivo de incluir a la población en la preservación de los recursos naturales, éste proyecto fue sugerido a países en desarrollo.

En el mismo año se creó el Club de Roma, dirigida por Aurelio Peccei y Alexander King, además de personalidades del ámbito científico y gubernamental, preocupados por la degradación del ambiente con el objetivo de crear conciencia sobre

sobre el uso de los recursos, una recopilación de lo analizado en ésta congregación la podemos encontrar en el primer informe presentado por el club llamado Los Limites del Crecimiento.

Luego se desarrolló la Conferencia sobre Medio Ambiente Humano (Suecia 1972), la primera conferencia organizada por las Naciones Unidas (ONU), tuvo gran impacto en la forma de ver la política como medio de preservación del medio ambiente. En esta reunión se declaró 7 puntos y 26 principios que promueven la conservación de la naturaleza, además es donde nació el concepto de desarrollo sostenible.

En el año de 1992, la ONU organizó la Cumbre para la Tierra, la cual tuvo como sede la ciudad de Río de Janeiro, donde 178 representantes de diferentes países del mundo aprueban el Programa 21 y varios documentos favorables a la conservación del ambiente, bosques y recursos naturales. En esta asamblea se establecen los deberes y derechos de los Estados en el uso de los recursos para lograr un desarrollo sostenible.

La Cumbre para la Tierra Conferencia sobre el Cambio Climático, se vuelve a reunir en Japón (1997), con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento del Programa 21; en este año se discutió sobre temas relacionados al calentamiento global, las emisiones de gases de efecto invernadero, la disminución de la pobreza como medio de partida para alcanzar el desarrollo sostenible, entre otros.

En la Cumbre del Milenio (EE.UU, 2000), se establecen objetivos alcanzables al 2015; así como compromisos tales como la disminución de la pobreza, mejorar la calidad de vida de los habitantes, frenar la contaminación ambiental y la inclusión de desarrollo sostenible como política para las naciones.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002), tuvo como objetivo aplicar a políticas de gobierno el crecimiento económico sin afectar el bienestar de los individuos que habitan en un país utilizando eficientemente sus recursos.

En los siguientes años, se han realizado otras reuniones como la Cumbre de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2010), para analizar los problemas ambientales y un desarrollo económico sostenible, así como erradicar la pobreza y la desigualdad, se dedujo que esto era posible con la cooperación de todos los países miembros de la ONU.

Con respecto al Protocolo de Kioto (adoptado en 1997), entró en vigor en el 18 de noviembre de 2004, los países que lo han firmado y aquellos que han ratificado su compromiso han presentado informes en el año 2005 y en el 2008, en los cuales se

muestran los avances con respecto a las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo inicial era el de reducir la contaminación por dióxido de carbono (CO_2), metano, óxido nitroso, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruro de azufre, en el de consumo de energía en la quema y fuga de combustibles, en los procesos industriales, la utilización de disolventes y en el uso de la agricultura, así como el tratamiento de los desechos.

Los objetivos del protocolo de Kioto se enfocaban a los países industrializados, así como la ayuda a los países en vías de desarrollo; para los primeros se establecieron porcentajes de reducciones de las emisiones de CO_2 durante el 2008 al 2012 con respecto a 1990, dentro de este grupo se encuentran Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Rusia, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, República Checa, Ucrania, Italia, entre otros. En el 2001, Estados Unidos decidió no ratificar su compromiso firmado en el año 1998.

Los países estudiados en esta investigación corresponden a diferentes características de consumo de productos derivados de petróleo, exportación y producción de petróleo crudo, se encuentran los mayores consumidores de derivados de petróleo como Estados Unidos, China y Alemania, así como países que consumen una menor cantidad de productos derivados de petróleo.

Entre los países de la muestra se encuentra los mayores productores de petróleo crudo Rusia, Arabia Saudita y Estados Unidos y los menores productores como Países Bajos y Nueva Zelanda; países que exportan una mayor cantidad de barriles de petróleo crudo y productos derivados de petróleo como Arabia Saudita, Rusia e Irán; entre los países que menos barriles al día exportan se destacan China, Ecuador, Australia y Egipto.

Se tiene como muestra a un grupo de países con diferentes niveles de emisiones de CO_2 e ingresos; países que generan y consumen otras fuentes de energía no provenientes de petróleo como la energía nuclear, como es el caso de Estados Unidos, Canadá, Alemania y Reino Unido, en cifras correspondientes al año 2013 forman parte de los países que generan mayor energía nuclear.

Con respecto a la tecnología, los países que se van a analizar en la muestra son países en vías de desarrollo y países desarrollados, que forman parte algunos bloques comerciales y económicos.

Uno de los países que se destaca es China por su producción masiva de bienes que se destinan a diferentes economías a nivel mundial y el grupo de países que conforman la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).

La OPEP fundada en 1960 tiene como característica principal utilizar sus políticas para ayudar a estabilizar el mercado del oro negro y ayudar a sus productores a alcanzar un retorno considerable de sus inversiones.

Sin embargo, a lo largo de los años ha sido criticada de manera errónea ya que se dice que esta organización es la causante del aumento de la contaminación en el mundo, una afirmación un tanto equivocada ya que los países que contribuyen al aumento de esta contaminación son las potencias mundiales que tienen como “elemento imprescindible” en sus procesos de producción y crecimiento el petróleo ya que al tener procesos industrializados con dicho elemento provocan la contaminación de la atmosfera, de hecho las refinerías indiscriminadas (porque no cuentan con las medidas necesarias para el cuidado ambiental) de petróleo ubicadas en algunos países pertenecientes a la OPEP han provocado que países como Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos e Irán se encuentren dentro de los 8 países con el aire más contaminado del mundo y el factor común que tienen estos países son las políticas estatales que rigen en ellos y la falta de cultura de sus habitantes, puesto que los Gobiernos han impuesto subsidios a los combustibles pero aun así se hace un uso irresponsable de los mismos.

La solución general que ha discutido la OPEP para llegar a disminuir los índices de contaminación se concentran en métodos alternativos a la exploración petrolera promoviendo nuevas tecnologías que dependan menos de procesos dañinos al ambiente.

Una de las medidas que la OPEP piensa tomar es la reducción de la contaminación que se produce por los métodos extractivos que se utilizan (en ocasiones nada eficientes) además de minimizar la ocurrencia de derrames. Probablemente estas medidas que a la vez se traducen en objetivos se puedan alcanzar y desarrollar con la construcción de ductos de conducción de petróleo con mayor capacidad duradera.

Algo muy importante que contempla la OPEP dentro de sus reformas es reducir la deforestación para lo cual es imprescindible poner un límite al número de campamentos y caminos que son usados para la producción petrolera.

Simón Kuznets (1901 – 1985), economista y profesor de la Universidad de Pensilvania, realizó estudios sobre los desequilibrios en el crecimiento económico; fueron

sus grandes descubrimientos y aportaciones a la teoría económica lo que lo llevaron a obtener el premio Nobel de economía en 1971.

En 1992, el Banco mundial analizó la relación entre deterioro ambiental y crecimiento económico lo cual dio como resultado una función con forma de u invertida, y se denominó a esta relación como la Curva Kuznets Ambiental (CKA). Básicamente la CKA muestra que los países llegan a ser eficientes en el largo plazo, mientras que en el corto plazo se destina tecnología con mayor grado de contaminación a países en vías de desarrollo para que estos se dediquen a producir, sin embargo los países desarrollados producen con tecnología “prudente” hasta llegar a su “turning point o punto de inflexión”, donde se vuelven eficientes y empiezan a disminuir sus niveles de contaminación.

En el presente trabajo de aplicación se pretende analizar a los principales países consumidores de productos derivados del petróleo y determinar el tipo de relación entre el crecimiento económico de estos países y la emisión de CO_2 que se produce en cada uno de ellos, conocer el estado económico y desarrollo tecnológico reflejados en el PIB per cápita en que se encuentra cada país y si este se encuentra reflejado en su forma de vida y en la conservación del ambiente, específicamente en su nivel de contaminación por emisiones de CO_2 , y concluir si los principales países exportadores de petróleo están siendo eficientes en la utilización de sus recursos empleados del medio ambiente.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe una Curva Kuznets Ambiental (CKA) para los principales países consumidores de productos derivados del petróleo, para comprobar si han alcanzado un desarrollo sostenible, en el periodo de estudio 2006-2010.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la relación entre las emisiones de CO_2 per cápita y el PIB per cápita, para conocer cómo afecta esta variable de crecimiento económico de los principales países consumidores de derivados de petróleo.
- Determinar la relación entre las emisiones de CO_2 per cápita y el uso de energía primaria de petróleo per cápita para conocer cuánto es su aportación a las emisiones de CO_2 en los países de estudio.
- Analizar los efectos fijos o aleatorios de los países en el nivel de contaminación para determinar si hay diferencias en las emisiones de CO_2 entre los países de la muestra.
- Analizar los efectos fijos en el tiempo durante el periodo de estudio para determinar si existen diferencias en las emisiones de CO_2 a través de los años para los principales países consumidores de derivados de petróleo.
- Verificar que los países desarrollados que forman parte de la muestra tienen un PIB per cápita promedio superior al “turning point” para determinar que forman parte de los países que han alcanzado un desarrollo sustentable.
- Verificar que el Ecuador tiene un PIB per cápita promedio inferior al “turning point”, para determinar que forma parte del grupo de países consumidores de petróleo que no tienen un desarrollo sostenible.

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Existe una Curva Kuznets Ambiental (CKA) para los principales países consumidores de derivados de petróleo durante el periodo de estudio 2006-2010.

1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Existe una relación negativa entre las emisiones de CO_2 per cápita y el PIB per cápita de los países objeto de estudio.
- El uso de energía primaria de petróleo per cápita tiene un efecto directo positivo en las emisiones de CO_2 per cápita de los países de estudio.
- Existen diferencias en las emisiones de CO_2 entre los países de objeto de estudio.
- Existen diferencias en las emisiones de CO_2 de los países a través del tiempo durante el periodo de estudio 2006-2010.
- Los países desarrollados de la muestra forman partes de los países que han alcanzado un desarrollo sustentable.
- Ecuador forma parte de los países consumidores de derivados de petróleo que no han alcanzado un desarrollo sostenible en el periodo de estudio.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Según la evidencia empírica, la actividad petrolera es la causa principal del deterioro ambiental. La explotación indiscriminada de petróleo en zonas selváticas y tropicales provoca la destrucción de la biodiversidad y la aceleración del calentamiento global. Las cuencas amazónicas son necesarias para conservar el equilibrio ambiental sin embargo varios países observan estas zonas como “minas de oro” que contribuyen a su desarrollo económico sin importar la destrucción que van dejando a su paso.

Las emisiones de los contaminantes ocasionan no sólo un deterioro en el medio ambiente, esto se convierte en una cadena de destrucción dado que producen altas temperaturas, ocasionando incendios forestales, afecta a los hábitats de las diferentes especies de animales, cambios en la cadena alimenticia, aumenta el número de las especies en peligro de extinción y provoca el desplazamiento de las especies hacia otros ecosistemas.

Las emisiones de CO_2 provienen del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural en los procesos de producción industrial, la generación de energía y el uso de los medios de transportes.

La destrucción no sólo proviene de las emisiones de CO_2 , el inconveniente principal es que las emisiones sobrepasan el límite soportado por el ambiente y esto acompañado de la destrucción por parte del hombre de los bosques, provoca una concentración intensa de este contaminante, dado que disminuyen las fuentes de absorción del CO_2 .

Dada la importancia de la conservación ambiental, organizaciones como Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA), la OMC (Organización Mundial del Comercio) entre otras han tomado medidas para reducir estos impactos tales como los acuerdos ambientales.

- Acuerdo de Marrakech firmado el 15 de abril de 1994 por los países que conforman la OMC entre ellos (Angola, Brasil, Colombia, Ecuador, Emiratos Árabes) muchos de ellos países que se dedican a la producción de petróleo, el acuerdo contempla la conservación de la biodiversidad y la protección del medio ambiente.

- Tratado de Cooperación Amazónica. Firmado en 1978 entre 8 países (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela) para cooperar en un desarrollo armónico de la Amazonía.

- Tratado de Montreal firmado el 16 de septiembre de 1987, relativo a sustancias que agotan la capa de ozono y el convenio de Viena (en vigor desde 1988) fueron firmados por países como: Arabia Saudita, Ecuador, Kuwait, Perú, Venezuela, entre otros, algunos de ellos pertenecientes a la OPEP.

Los mayores niveles de contaminación en Ecuador se deben principalmente a los vehículos que utilizan diésel de mala calidad, erupciones volcánicas las cuales dejan a su paso plomo u otras partículas que causan problemas respiratorios; las industrias textiles o de otro tipo también contribuyen a la contaminación atmosférica del país, pero dado que el país es petrolero las actividades de extracción hace que aumenten las emisiones de CO_2 . A pesar de esto Ecuador cuenta con la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en la cual se estipula que el país debe utilizar y conservar los recursos naturales a favor del bienestar colectivo e individual. Con esta ley Ecuador debería desarrollar sus industrias de tal manera que se preserve el medio ambiente sin embargo, por el tipo de economía que posee el país está sometida a constantes cambios donde debe adoptar medidas de crecimiento que harán que sus niveles de contaminación sean más grandes.

Por ejemplo el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en uno de sus informes, advierte la necesidad de estabilizar el CO_2 a fin de evitar un calentamiento climático durante este siglo. Puesto que se espera que el desarrollo social y económico para Ecuador en los próximos años aumentará significativamente las emisiones de CO_2 . (IPCC, 2007)

El presente análisis pretende analizar el nivel de contaminación ambiental que tienen los países objeto de estudio con el fin de conocer cómo afecta el mismo a su desarrollo sostenible y que tan eficientes han sido en el manejo de sus recursos reflejados en el Producto Interno Bruto (PIB) para conservar el medio ambiente.

1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO

Uno de los principales inconvenientes con el que nos encontramos es la recolección de los datos, en ocasiones se tiene un panel no balanceado es decir la información sobre las variables que se desea analizar para un conjunto de países de estudio no se encuentra disponible o está incompleta.

Al trabajar con un micro panel estático, con modelos de tiempo a corto plazo, existe la posibilidad de no poder capturar los efectos de la evolución de los países en periodos largos como se lo haría al trabajar con modelos a largo plazo con paneles de cointegración.

Se pueden obtener regresiones espurias, es decir que al correr la regresión con las variables explicativas puede darse el caso en el que en realidad estas no tengan relación con la variable dependiente, sin embargo podríamos obtener estimadores significativos y un modelo con una elevada bondad de ajuste.

Se debería realizar un análisis con paneles de cointegración y la aplicación de varios test para probar la existencia de quiebres estructurales, la dirección de causalidad entre las variables, testear la presencia de estacionalidad, entre otros, para una mejor estimación con un modelo adecuado.

No se analiza si el modelo tiene endogeneidad, esto ocurre cuando no se incluyen otras variables que pueden explicar a la variable dependiente; en nuestro estudio se pretende explicar los cambios en las emisiones de CO_2 con el uso de la variable PIB en términos per cápita y el uso de energía proveniente de petróleo, no se incluyen variables como uso de energía renovable y apertura comercial.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

1.6 MARCO CONCEPTUAL

La Curva Kuznets Ambiental (CKA) muestra una relación entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental por lo que se refleja una función en forma de U invertida, la cual nos indica que la degradación del medio ambiente crece a medida que la actividad económica lo hace hasta llegar a un “turning point” o punto crítico, donde se puede observar que la economía empieza a ser eficiente en el largo plazo entonces a mayores niveles de ingreso disminuye la contaminación ambiental. (Labandeira, 2007)

Piaggio (2008) establece un modelo de la Curva Kuznets ambiental de la siguiente forma:

Ecuación 2. 1 Modelo CKA

$$\log(I_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 (\log Y_{it})^2 + \beta_3 (\log Y_{it})^3 + \beta_4 \log Z_{it} + \mu_{it}$$

I: contaminante ambiental.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ Parámetro a estimar.

Y el ingreso per cápita en logaritmos.

Z vector de variables explicativas adicionales.

μ Error compuesto.

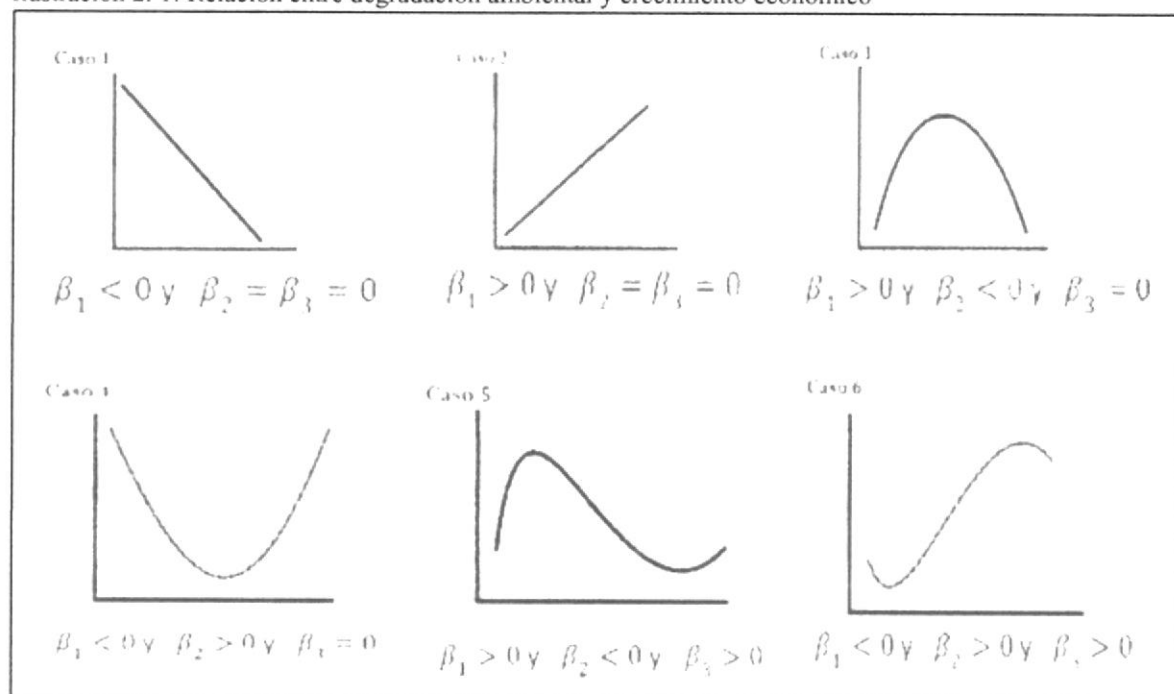
Se utilizan las variables en logaritmos porque permite suavizar los datos y disminuir la varianza sin afectar los puntos máximos y mínimos de la relación estimada.

Una relación de U invertida viene dada por las siguientes características de los coeficientes

$$\beta_1 > 0 \text{ y } \beta_2 < 0 \text{ y } \beta_3 = 0$$

Sin embargo se pueden presentar una relación en forma de U, N o lineal entre la variable de degradación ambiental y crecimiento económico.

Ilustración 2. 1: Relación entre degradación ambiental y crecimiento económico

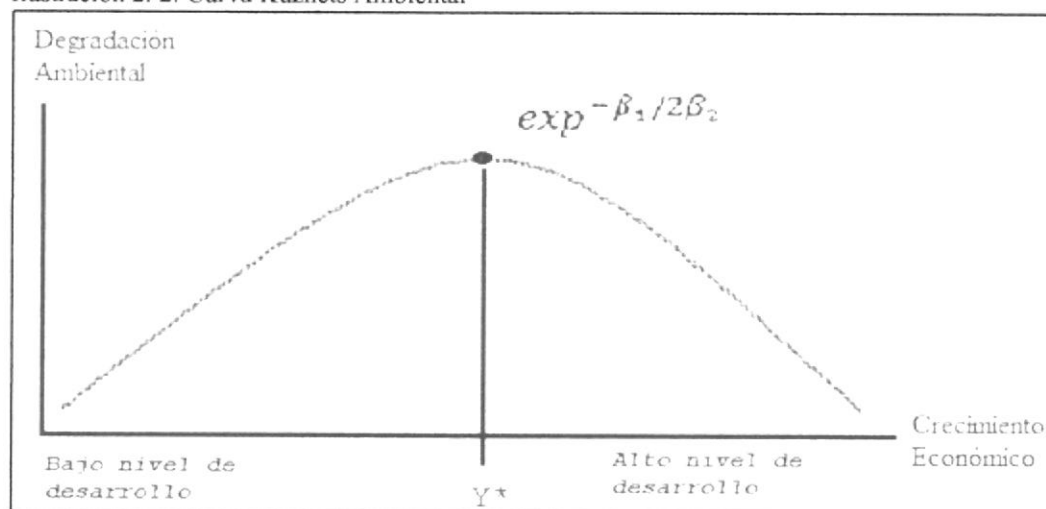


Elaborado por: Las Autoras

Para modelos en logaritmos, el punto de inflexión o “turning point” se calcula mediante la siguiente ecuación

$$\text{Turning point} = \exp^{-\beta_1/2\beta_2}$$

Ilustración 2. 2: Curva Kuznets Ambiental



Elaborado por: Las Autoras

El estudio de la CKA y sus diversos componentes se lo puede estimar mediante el modelo de datos de panel.

El test no paramétrico o Lowess Smoothing es una gráfica que se realiza para cada individuo de la muestra, consiste en estimar varias regresiones y obtener un valor ponderado para cada punto de los datos, y se estima una línea de regresión para los valores suavizados de la variable dependiente, este test nos permite conocer la relación entre la variable dependiente y los regresores.

Los gráficos de tendencia muestran la evolución de las variables dependiente o regresoras de los individuos de la muestra a través del periodo de estudio.

Los gráficos de dispersión muestran la posición de los datos de la variable independiente de los individuos, nos permiten visualizar la distancia entre ellos y como están distribuidos con respecto a la variable dependiente.

La metodología de datos de panel combina un espacio temporal con información de corte transversal. El espacio temporal se refiere a un intervalo de tiempo (días, meses, años, etc.) y la información de corte transversal son datos de una o más variables en un momento del tiempo. (Gujarati, 2003)

Existen paneles estáticos que son aquellos que permiten hacer una evaluación de un conjunto de variables que explican algún fenómeno objeto de estudio y ayudan a determinar si los datos que se están analizando presentan algún tipo de efectos fijos o variables y paneles dinámicos que son aquellos que permiten integrar en el modelo una estructura endógena mediante la integración de efectos pasados a través de variables instrumentales (Romilio Labra, 2014)

Los datos de panel pueden ser micro paneles, datos de corte transversal que se estudian en periodos cortos de tiempos, y macro paneles que se estudian en periodos de tiempo más amplios (20-30 años).

Existen paneles balanceados y no balanceados. Los paneles balanceados son los que tienen todas las observaciones de corte transversal en el tiempo determinado y los paneles no balanceados se caracterizan por la ausencia de observaciones de corte transversal en el panel de datos.

Para las estadísticas descriptivas es importante reconocer el significado de los siguientes componentes que forman parte del análisis.

Dentro o Within el cual representa el R^2 de la desviación media, es decir que es el R^2 ordinario que se calcula de los estimadores MCO.

Entre o Between Calcula el R^2 como una correlación al cuadrado de los valores predichos, usa el vector de parámetros de efectos fijos y los individuos que están dentro de las variables independientes.

Total u Overall Calcula el R^2 como una correlación al cuadrado de los valores predichos, usando la variable dependiente no transformada (original).

Ecuación 2. 2 Modelo de datos de panel

$$Y_{it} = \beta_1 * X_{1it} + \dots + \beta_k * X_{kit} + \mu_{it}$$

Ecuación 2. 3 Término de error compuesto

$$\mu_{it} = \alpha_i + \epsilon_{it}$$

Se puede estimar una regresión de datos de panel mediante un modelo Pooled, un modelo con efectos fijos o un modelo de efectos aleatorios, dependiendo de la estructura del término de error.

Ecuación 2. 4 Modelo Pooled

$$Y_{it} = \beta_1 * X_{1it} + \dots + \beta_k * X_{kit} + \alpha_i + \epsilon_{it}$$

Dónde

$X_{1it} + \dots + X_{kit}$ Variables explicativas (observables).

$\mu_{it} = \alpha_i + \epsilon_{it}$ Término de error compuesto (inobservado).

α_i Efectos individuales (heterogeneidad inobservada permanente en el tiempo).

ϵ_{it} Error idiosincrático.

Al realizar la estimación mediante el modelo Pooled se omiten los efectos en el tiempo y el espacio ya que se consideran a las unidades como homogéneas, esta consiste

en realizar una estimación mediante el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO); la estimación de los parámetros del modelo podrían ser significativas pero no explicarían a profundidad la relación existente entre la variable que se desea explicar y las variables regresoras. Para el modelo Pooled no existe heterogeneidad no observable

Ecuación 2. 5 Error idiosincrático

$$\mu_{it} = \epsilon_{it}, \text{ entonces } \alpha_i = 0$$

En el caso de que $\alpha_i \neq 0$, se presentan el modelo de datos de panel con efectos fijos o efectos aleatorios.

En el modelo de efectos fijos se consideran los efectos de cada individuo del panel o los efectos a través del tiempo, es decir que las intersecciones van a variar para cada individuo del panel. Lo que supone que el componente fijo α_i esté correlacionado con las variables explicativas (1) y que los regresores α_i y X_{kit} no están relacionados con el termino de error ϵ_{it} (2).

Ecuación 2. 6 Supuestos fundamentales del Modelo de Efectos Fijos

$$E[\alpha_i | X_{1it}, \dots, X_{kit}] \neq 0 \quad (1)$$

$$E[\epsilon_{it} | \alpha_i; X_{1it}, \dots, X_{kit}] = 0 \quad (2)$$

El modelo de efectos aleatorios considera a la intersección como un componente aleatorio del modelo, el cual es representado por su media, adicionalmente se establece que las diferencias presentadas en el modelo de efectos fijos se encuentran reflejadas en el término de error y no están relacionadas con las variables explicativas (3 y 4).

Ecuación 2. 7 Supuestos fundamentales del Modelo de Efectos Aleatorios

$$E[\alpha_i | X_{it}] = 0 \quad (3)$$

$$Var[\alpha_i | X_{it}] = \delta_\alpha^2$$

$$E[\epsilon_{it} | X_{it}] = 0 \quad (4)$$

$$Var[\epsilon_{it} | X_{it}] = \delta_\epsilon^2$$

Ecuación 2. 8 Varianza del Modelo de Efectos Aleatorios

$$Var[\mu_{it}|X_{it}] = \delta_{\alpha}^2 + \delta_{\epsilon}^2$$

Para elegir el modelo que es representativo para la estimación se deben comparar los modelos mencionados anteriormente mediante los test de Wald, el test de Hausman y el test de Breusch y Pagan (Greene,1999).

El test de Wald confirma la presencia de efectos fijos al rechazarse la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las regresiones individuales que se realizan en el modelo mencionado son iguales a cero o modelo Pooled, por lo tanto si la H_0 es rechazada mediante el teste de Wald se demuestra que hay evidencia de efectos fijos en el modelo de regresión.

Ecuación 2. 9 Hipótesis del Test de Wald

$$H_0 \quad \alpha_i = 0$$

$$H_1 \quad \alpha_i \neq 0$$

El test de Hausman compara los efectos aleatorios con los efectos fijos; analiza la presencia de correlación entre α_i y los regresores, entonces el modelo adecuado para realizar la estimación de los parámetros es el modelo de efectos fijos si se rechaza la H_0 , caso contrario la mejor estimación viene dada por el modelo de panel con efectos aleatorios.

Ecuación 2. 10 Hipótesis del Test de Haussman

$$H_0 \quad E[\alpha_i | X_{it}] = 0$$

$$H_1 \quad E[\alpha_i | X_{it}] \neq 0$$

Para realizar la comparación entre el modelo Pooled y el modelo de efectos aleatorios se utiliza el test de Breusch y Pagan; la hipótesis nula del test determina que no hay diferencia significativa en el efecto de cada país en el modelo de regresión, si la hipótesis nula es rechazada entonces el modelo más representativo sería el de efectos aleatorios.

Uno de los problemas que presenta el modelo es de Heterocedasticidad, en el que la varianza de la variable dependiente aumenta a medida que la variable explicativa aumenta, por lo tanto esta no es constante o no es Homocedástica.

Autocorrelación cruzada y Autocorrelación en el tiempo, provocan que los estadísticos “z” a los que se evalúan las pruebas de hipótesis sean mayores a los valores correctamente calculados, este efecto es causado por las varianzas usadas para calcular “z”, estas no se estiman de forma adecuada y se vuelven más pequeños debido a la Autocorrelación. Sin embargo, este tipo de problemas es aplicable para macro paneles ya que estos se caracterizan por la amplia dimensión temporal que puede ocasionar diversos problemas con las variables.

Los errores estándar robustos permiten realizar una estimación de la varianza consistente a Heterocedasticidad sin necesidad de especificar la forma funcional de la misma.

Los errores estándar agrupados estiman errores estándar robustos a Heterocedasticidad y Autocorrelación, esto nos permite rechazar las hipótesis sobre los parámetros estimados a una probabilidad correcta.

1.7 MARCO REFERENCIAL

Ben M. y Ben S. (2015) realizaron una estimación usando un modelo autoregresivo de rezagos distribuidos (ARDL) de la Curva Kuznets Ambiental (CKA), analizando cointegración, quiebres estructurales, el modelo de corrección de vector de errores (VECM) y causalidad de Granger para investigar la relación entre las emisiones de CO_2 per cápita, PIB per cápita a precios constantes de 2005, el consumo de energía eléctrica renovable y no renovable per cápita, y el comercio internacional (exportaciones e importaciones) para Túnez durante el periodo de 1980-2009. Se realizan dos modelos ARDL, uno con importaciones y otro con exportaciones para ambos modelos el consumo de energía no renovable es un agente importante en las emisiones de CO_2 . En el modelo ARDL con exportaciones en el largo plazo, si se incrementa el consumo de energía no renovable en 1%, las emisiones de CO_2 aumentarán en 0.9%; mientras que el aumento en 1% en el consumo de energía renovable afecta negativamente a las emisiones de CO_2 en 0.08%. Para el modelo con importaciones, el consumo de energía renovable no tiene un efecto significativo. En los modelos de corto plazo, todas las variables son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 10%, en el modelo con exportaciones sólo el consumo de energía renovable es no significativo y en el modelo de importaciones el consumo de energía renovable y las importaciones per cápita son no significativos. Se confirma la existencia de una CKA, dado que los coeficientes del PIB y PIB^2 son positivo y negativo, y estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 10%, respectivamente.

En un estudio realizado para 10 países del Medio Este y Norte de África (MENA) que incluyen países como Argelia, Bahrein, Egipto, Irán, Omán, Arabia Saudita y Túnez, entre otros, en el periodo 1990-2010, se confirmó la existencia de una relación de U invertida entre degradación ambiental e ingreso. Se usaron las variables emisiones de CO_2 per cápita como variable dependiente, el PIB per cápita, consumo de energía, apertura comercial, manufactura y el índice de desarrollo humano modificado (IDHM), como variables explicativas. Se realizó la estimación con datos de panel mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios Totalmente Modificados (MCOTM) y Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos (MCOD). Todas las variables independientes del modelo resultaron significativas aun nivel de confianza del 1%, usando MCOTM y MCOD; para ambos se encontró una relación en forma de U invertida, si las variables

consumo de energía, apertura comercial, manufactura y el IDHM aumentan en 1%, afectan positivamente a las emisiones de CO_2 en 1.83%, 0.22%, 0.07% y 1.78% usando MCOTM, y 1.81%, 0.21%, 0.07% y 2.22% con MCOD, respectivamente (Farhani, Mrizak, Chaibi y Rault 2014).

Al-mulali, Tang y Ozturk. (2015) concluye que existe una CKA para los países de América Latina y el Caribe durante 1980-2010. Los parámetros estimados por MCOTM indicaron una relación entre las variables de CO_2 y PIB per cápita en forma de U invertida; el aumento en el crecimiento del PIB en un 1% hará que se incremente el nivel de emisiones per cápita de CO_2 por 3.68E-10%, el aumento del PIB al cuadrado en un 1% reducirá la emisión de CO_2 por 8.24E-23%. Por otra parte, el desarrollo financiero reduce las emisiones de CO_2 en el largo plazo en 2.40E- 11% y el uso de energía renovable no tiene un efecto significativo en el largo plazo. Los países de estudio son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Song, Zheng y Tong. (2008) realizaron un estudio utilizando un análisis con paneles de cointegración para 29 provincias de China para el periodo de 1985-2005, sus estudios mostraron una relación de U invertida entre la contaminación por gases residuales, residuos sólidos y el PIB per cápita, mientras que hay una relación inversa con forma de N en el consumo del agua. Los parámetros estimados por MCOD, a un nivel de confianza de 1%, al aumentar el PIB per cápita en 1% los gases residuales aumentarán en 1.98%, las aguas residuales disminuirán en 20.57% y los residuos sólidos se incrementarán en 1.43%, aproximadamente. El “turning point” para los gases residuales es de 29,017 yuan, para las aguas residuales es de 9,705 yuan y para los residuos sólidos es de 28,296 yuan per cápita.

Otro estudio examina la relación de largo plazo entre las emisiones de CO_2 , el PIB, el consumo de energía y el comercio exterior en el caso de China utilizando datos de series de tiempo en el periodo de estudio de 1975-2005 y un modelo ARDL. Se pudo comprobar la existencia en forma de U invertida, entre los resultados de la regresión se obtuvo que las emisiones de CO_2 per cápita aumentan en 4,1001% al aumentarse el PIB per cápita en 1%, y si se incrementa el uso de energía en 1%, las emisiones de CO_2 aumentarán en 0.57%, las variables se consideran significativas a un nivel de confianza

de 1%. El comercio exterior afecta negativamente a las emisiones de CO_2 , pero no es un efecto significativo (Jalil y Mahmud, 2009).

Abou-Ali y Abdelfattah (2013), realizaron un análisis empírico utilizando datos de panel para 62 países de todos los continentes, durante el periodo de 1990-2007, éste análisis se realizó para comprobar la existencia de una Curva Kuznets Ambiental (CKA). Para el estudio se dividieron a los países por grupo en cada continente. Entre los resultados se obtuvo que si el PIB per cápita se incrementaba en 1%, entonces el índice de desarrollo humano también aumentara, lo mismo ocurre con la variable educación dado que los países con una menor inversión en educación presentaban un índice menor de desarrollo humano, las variables del modelo son significativas a nivel de confianza del 1%. Se confirmó la existencia de una relación en forma de U invertida a un nivel de confianza de 5%.

Otros estudios se han basado en explicar cómo se presenta la relación entre las emisiones de CO_2 y el PIB per cápita, para el estudio de 107 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) durante el periodo 1986-1998, se confirma la existencia de la relación en forma de U invertida, apoyando al modelo de la CKA, también se analizan los problemas al momento de realizar la regresión y el análisis econométrico. Uno de los inconvenientes es asumir la homogeneidad entre los países, esto implica que se percibe que cada país presenta una forma de U invertida en la relación de sus variables de estudio. En esta investigación se presentan dos estimaciones bajo el modelo Pooled, una de ellas en niveles y la otra en logaritmos. Para el modelo en niveles, si el PIB per cápita aumenta en una unidad entonces las emisiones de CO_2 aumentarán en 1.768 toneladas métricas per cápita, sin embargo en el largo plazo conforme aumente el PIB per cápita, las emisiones de CO_2 tenderán a disminuir en 0.030 toneladas métricas per cápita; en el modelo con logaritmos se obtuvo que al aumentar el PIB per cápita en 1%, las emisiones de CO_2 disminuirán en 0.749%. (Müller-Fürstenberger y Wagner, 2007).

Según los análisis realizados para 12 países generadores de energía nuclear mediante MCOTM y MCODE durante 1980-2009, la energía nuclear usada en la generación de energía para la producción de electricidad parece tener un efecto positivo sobre la calidad del medio ambiente. De acuerdo a los resultados que se obtuvieron mediante MCOTM se muestra que un aumento del 1% de la electricidad generada a partir

de fuentes nucleares disminuye las emisiones de CO_2 per cápita en un valor aproximado de 0,13%; el PIB y el PIB² en términos per cápita, tienen un efecto negativo y positivo en las emisiones de CO_2 , el primero es significativo a un nivel de confianza del 1%, por lo que no hay evidencia de una CKA en los principales países generadores de energía nuclear como Estados Unidos, Corea del sur y Canadá. Otra variable que se considera es el consumo de energía, este afecta positivamente a las emisiones de CO_2 ; si el consumo de energía per cápita aumenta en 1%, las emisiones de CO_2 per cápita se incrementa en 1.09%. Resultados similares se obtienen al utilizar MCOD, sólo cambia el efecto del consumo de energía en las emisiones de CO_2 en 0.98%, a un nivel de confianza de 1% (Baek, 2015).

Saboori (2014) investiga la relación dinámica entre emisiones de CO_2 y el crecimiento económico de Malasia para los años 1980 al 2009 con un modelo ARDL. Malasia tiene una de las economías en vía de desarrollo con un rápido crecimiento desde la época de 1970. Se ha experimentado un crecimiento económico promedio alrededor de 7,7% y 5,8% desde 1970 hasta 1980 y desde 1980 hasta 1990, respectivamente. Entre 1990 y 2005 su crecimiento económico promedio estuvo por encima de 6,5%. Las únicas reducciones en el crecimiento económico ocurrieron en 1998 debido a la crisis financiera asiática y en 2008- 2009 debido a la crisis financiera mundial. Malasia tiene una rápida transformación cuyo secreto se encuentra basado en una economía agrícola e industrializada, así como la expansión de la población. En 2007 las emisiones de CO_2 en Malasia estaban en 7,32 toneladas métricas per cápita mientras que el promedio mundial fue de sólo 4,63 toneladas. Es evidente que el PIB real per cápita y las emisiones de CO_2 per cápita se mueven estrechamente, lo que implica a largo plazo correlación entre las variables a estudiar. Hay una relación en forma de U invertida entre las emisiones de CO_2 per cápita y PIB real per cápita confirmando así la existencia de una curva Kuznets en Malasia. La elasticidad de las emisiones de CO_2 a largo plazo con respecto al PIB per cápita es 17,3908. Entonces probablemente exista una curva Kuznets ambiental en el largo plazo a medida que Malasia aumente su ingreso per cápita y reduzca sus emisiones de CO_2 por toneladas métricas per cápita. El punto de inflexión se determinó en \$4,700 per cápita, Malasia pasó este rubro en el año 2006 obteniendo \$4,914 per cápita.

En un estudio realizado para Turquía durante el periodo 1970-2010 usando la metodología ARDL, se encuentra una CKA para la relación entre las emisiones de CO_2 y

el PIB per cápita, se analiza la relación entre el consumo de energía y las emisiones de CO_2 donde se encontró una relación positiva, este resultado se muestra estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 5%; un aumento del 1% en el consumo de energía aumenta las emisiones de CO_2 en un 0,7155%, lo que muestra que el uso intensivo de energía contribuye a las emisiones de CO_2 . La globalización por otro lado al tomarla como variable muestra que tiene un impacto inverso sobre las emisiones de CO_2 y es estadísticamente significativa a un nivel de significancia del 10%. Los resultados indican que un 0,1950% de las emisiones de CO_2 bajan si aumenta en 1% la globalización, manteniendo constantes otros factores (Shahbaz, Ozturk, Afta y Ali, 2013).

Iwata, Okada y Samreth. (2011) investigó la presencia de una CKA para las emisiones de CO_2 de 28 países consumidores de energía nuclear durante 1960-2003, con la metodología ARDL y Pooled Mean Group (PMG); se utilizaron como variables independiente al PIB per cápita y electricidad producida por energía nuclear. Se comprobó la existencia de una CKA en la relación de CO_2 y Pib per cápita, si el PIB per cápita se incrementa en 1% las emisiones de CO_2 se incrementan en 3.51%, mientras que disminuye si el PIB² se incrementa en 1% en 0.156%; si el consumo de energía nuclear se incrementa en 1%, las emisiones de CO_2 disminuyen en 0.199%, todas las variables son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 1%.

Apergis y Ozturk (2015) realizaron un análisis empírico para los países de Asia Bangladesh, China, India, Indonesia, Irán, Japón, República de Corea, Malasia, Nepal, Omán, Pakistán, Arabia Saudita, Singapur y Emiratos Árabes Unidos, durante el periodo de 1990-2011, presentaron una relación en forma de U invertida entre las emisiones de CO_2 y PIB per cápita, utilizando las metodologías MCOTM, MCODE, PMG y Mean Group (MG). Adicionalmente se usaron variables como densidad de la población, la tierra, la participación de la industria en el PIB, y cuatro indicadores para medir la calidad de las instituciones, todas las variables son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 1%.

Martínez-Zarzoso y Bengochea-Morancho (2004) realizaron una estimación mediante PMG y ARDL para 22 países de la OCDE desde 1975 a 1998. Se comprobó la existencia de un CKA en forma de U invertida y en forma de N en el largo plazo, si el PIB per cápita aumenta en 1% las emisiones de CO_2 se incrementan en 94.10%, si el PIB² per cápita se incrementa en 1% causa un efecto de disminución de la emisiones de CO_2

en 12.43%, mientras que el PIB³ per cápita tiene un efecto positivo en las emisiones de CO_2 , las variables son significativas a un nivel de significancia del 5%. La relación en forma de N es causada por la heterogeneidad de los países utilizados, especialmente los de América Latina y el Caribe. El “turning point” para la CKA en término cuadrático está entre \$4,914 y \$18,364 per cápita.

Robalino-López, García Ramos y Golpe. (2014), realizó un análisis sobre la existencia de una CKA para Ecuador durante el periodo 1980-2025, lo base de datos va desde 1980 al 2010, para los siguientes años se utiliza el método de tasa de crecimiento geométrico, en cuatro escenarios diferentes. No se obtuvo evidencia suficiente para determinar la relación en forma de U invertida entre, se obtuvo una relación lineal creciente entre las emisiones de CO_2 y PIB per cápita; si el PIB per cápita aumenta en 1%, este afecta positivamente a las emisiones de CO_2 en 1.185% a un nivel de significancia del 1%. A pesar de que no se determinó una CKA, el autor concluye que se espera que el país entre en un área de estabilización en el campo ambiental, esto podría ocurrir entre 2019 al 2021, para alcanzar este objetivo es necesario el uso de energías renovables e incrementar el uso eficiente de la energía en los sectores productivos.

CAPÍTULO 3

DATOS Y VARIABLES

Unidades de muestreo: 30 Países consumidores de productos derivados de petróleo.

Elementos del muestreo:

Tabla 3. 1 Países consumidores de productos derivados del petróleo

Alemania	Ecuador	México
Angola	Emiratos Árabes Unidos	Nueva Zelandia
Arabia Saudita	Estados Unidos	Países Bajos
Argelia	Indonesia	Polonia
Australia	Irán	Reino Unido
Brasil	Iraq	República Checa
Canadá	Italia	Rusia
China	Kazajstán	Tailandia
Colombia	Kuwait	Ucrania
Egipto	Libia	Venezuela

Elaborado por: Las Autoras

Marco Muestral: Los datos referentes a contaminantes, variables macroeconómicas y uso de energía se recopilaron de las bases de datos que proporciona el World Bank (Banco Mundial), las mismas que se construyen en base a las estadísticas e informaciones que facilitan los bancos centrales y diversas entidades de cada país, adicional a esto se incluye una variable binaria denominada OPEP de la cual se obtuvo información a través de la Organización de Países Exportadores de Petróleo.

El tamaño de la muestra 300 datos conformados por 30 países observados para el periodo de estudio 2006-2010.

Tabla 3. 2 Categorización de Variables

Variables	Tipo	Unidad
Emisiones de dióxido de carbono (CO_2)	Continua Nominal	Toneladas métricas per cápita.
Producto Interno Bruto (PIB)	Continua Nominal	Dólares per cápita a precios constantes de 2005.
Uso de Energía	Continua Nominal	Kilogramos de equivalente de petróleo per cápita.
Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)	Categórica Nominal	1 $\rightarrow$ Pertenece a la OPEP 0 $\rightarrow$ No pertenece a la OPEP

Elaborado por: Las Autoras

Emisiones de CO_2 las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.

Producto Interno Bruto es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales.

Uso de Energía se refiere al consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados al transporte internacional.

OPEP determina si cada país de la muestra es miembro de la Organización de Países Exportadores de Petróleo durante cada año en el periodo de estudio.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS EMPÍRICO

Se realizó un estudio para determinar la relación que existe entre las emisiones de CO₂, PIB per cápita, el uso de energía y la OPEP (variable binaria ajustada al modelo), y comprobar la existencia de una Curva Kuznets Ambiental durante el periodo 2006 – 2010.

Los individuos de la muestra corresponden a los principales países consumidores de productos derivados de petróleo (Anexo 1), para obtener un panel balanceado se escogieron aquellos países cuyos datos constaban en la base del banco mundial y los valores estuviesen completos para el periodo de estudio.

Estadísticas descriptivas

Se realizaron las respectivas estadísticas descriptivas para dar a conocer que valores toman los factores within, between, overall adicional también se calcularon las medias, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos (Tabla 5.1).

Test no paramétrico

Antes de especificar o estimar un modelo CKA, se observó mediante una regresión no paramétrica la forma funcional de la curva para disminuir las probabilidades de error en la especificación del modelo más adelante. (Anexo 2) A su vez se realizaron los respectivos gráficos de dispersión para observar el comportamiento de las variables (Anexo 3).

Modelo Pooled

Para realizar la estimación del siguiente modelo se generaron nuevas variables en logaritmos a partir de las originales con el fin de satisfacer las características del modelo inicial Log-Log.

Ecuación 4. 1 Especificación del Modelo CKA

$$\text{Log}(\text{Co}_2) = \beta_0 + \beta_1 \text{LogPibPer} + \beta_2 \text{Log PibPer}^2 + \beta_3 \text{Log UseEne} + \beta_4 \text{OPEP} + U_i$$

Este modelo supone que los regresores no están correlacionados con U_i y que por lo tanto no existe heterogeneidad no observable, ya que las unidades transversales son homogéneas (Anexo 4).

Modelo de efectos fijos

Este modelo supone que las diferencias entre unidades transversales son fijas y que α_i no está correlacionado con el error. Para esto se incluye la variable categórica transversal “i.país” al momento de estimar la regresión. (Anexo 5)

Test de Wald

Luego de haber estimado los efectos fijos se hace el respectivo test para determinar si efectos fijos es mejor que el modelo Pooled.

H_0 : Mejor es el modelo de Pooled

H_1 : Mejor es el modelo de efectos fijos

Dada la probabilidad que se obtenga en el test se rechaza o no se rechaza la H_0 a favor de la alternativa. (Anexo 6)

Modelo de efectos fijos en el tiempo

Dado que se obtuvo que efectos fijos es mejor que Pooled se deben ver si existen efectos en el tiempo por lo que se corre una regresión con “i.Año” y luego se hace el respectivo Test parm, el mismo prueba la existencia de efectos fijos en el tiempo. (Anexo 7)

Se puede estimar normalmente el modelo de efectos fijos para dar paso a la comparación con el modelo de efectos aleatorios.

Modelo de efectos aleatorios

En el modelo de efectos aleatorios se supone que α_i es una variable aleatoria independiente de X_{it} y que por tanto forma parte del término de perturbación compuesto, este modelo es utilizado principalmente cuando la investigación que se realiza toma muestras aleatorias de individuos (países) que por lo general contienen poblaciones grandes.

Este modelo por el contrario de efectos fijos supone que las unidades de corte transversal son aleatorias y que por lo tanto existe heterogeneidad dado que α_i está correlacionado con el error idiosincrático (Anexo 8).

Test de Haussman

Se realiza este test para comprar si el modelo de efectos fijos es mejor que el de efectos aleatorios siendo

H_0 : Mejor es efectos aleatorios

H_1 : Mejor es efectos fijos

En el caso de la presente investigación el mejor modelo es el de efectos fijos dado que los regresores están correlacionados con α_i (Anexo 9).

Problemas observados

El modelo propuesto presenta Heterocedasticidad (Anexo 10), Autocorrelación cruzada (Anexo 11) y Autocorrelación en el tiempo (Anexo 12).

Autocorrelación cruzada se debe básicamente a la diferencia entre países, puesto que en esta muestra se está trabajando con países desarrollados y países en vías de desarrollo.

Modelo Final

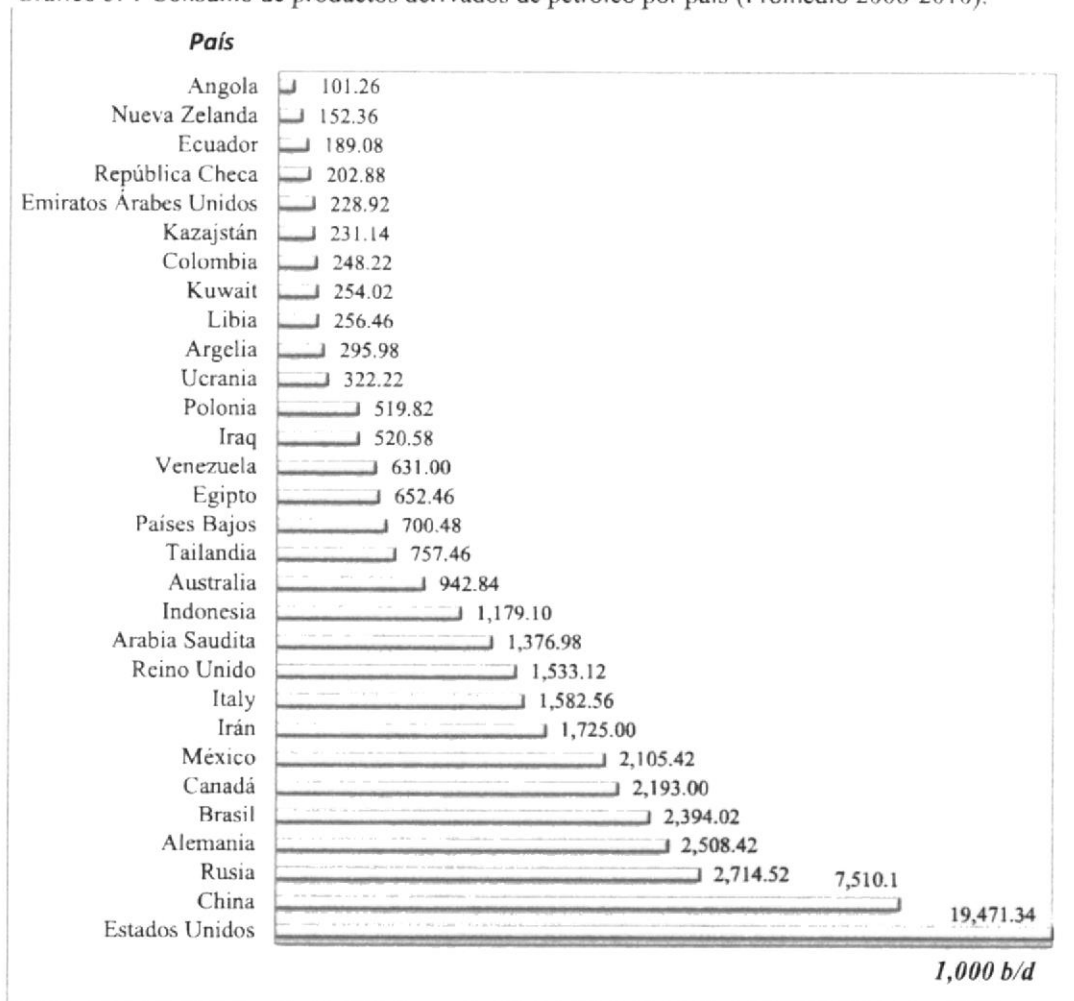
Los estimadores del modelo de la Curva Kuznets Ambiental (CKA) se obtienen mediante datos de panel con efectos fijos en tiempo y corte transversal, corregido mediante errores estándar agrupados (Anexo 13).

CAPÍTULO 5

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Bajo el análisis empírico descrito y con un panel de datos fuertemente balanceado, compuesto de 150 observaciones: 30 países consumidores de productos derivados de petróleo (Gráfico 5.1), a través de los años 2006 al 2010, se obtuvo un modelo de efectos fijos en el tiempo y corte transversal corregido por errores estándar agrupados.

Gráfico 5. 1 Consumo de productos derivados de petróleo por país (Promedio 2006-2010).



Fuente: OPEC

Elaborado por: Las Autoras

Tabla 5. 1 Estadísticas Descriptivas					
Variable		Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
CO ₂	Total	9.069823	6.855704	1.3004	31.3197
	Entre		6.922045	1.439866	29.91952
	Dentro		0.6101411	6.173323	11.72642
PibPer	Total	\$15,591.96	\$15,330.14	\$1,312.82	\$45,417.4
	Entre		\$15,481.98	\$1,440.204	\$44,507.64
	Dentro		\$1,325.255	\$8,270.88	\$24,860.68
UseEner	Total	3,488.279	2,578.39	584.401	10,892.6
	Entre		2,604.553	634.0278	10,674.2
	Dentro		215.6725	2,503.197	4,444.707

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

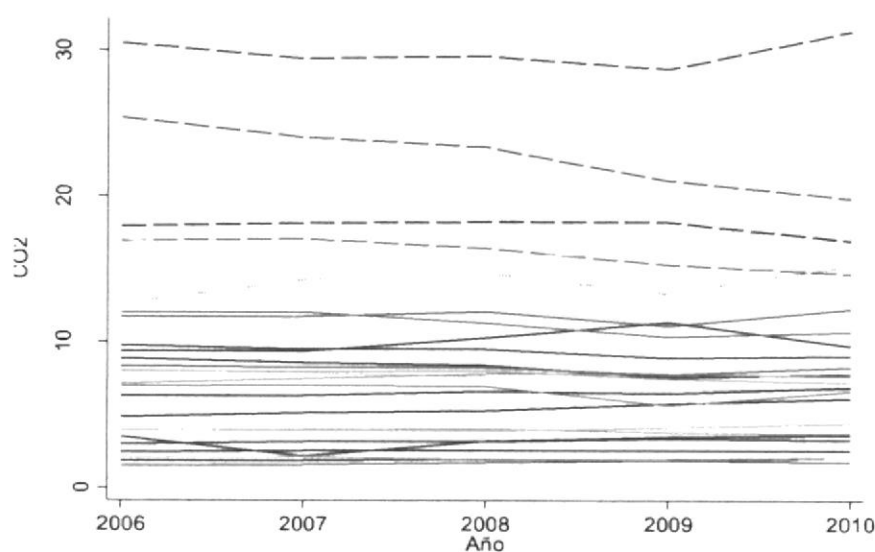
Las estadísticas descriptivas (Tabla 5.1) muestran que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) tienen un valor medio de 9.07 toneladas métricas (tm) per cápita con una desviación estándar total de 6.86 tm; dentro de los 30 países analizados en el tiempo se tiene una desviación estándar de 0.61 toneladas métricas per cápita; el valor mínimo de emisiones de CO₂ corresponde a Angola durante el 2006 y el valor máximo es de Kuwait en el año 2010.

El Producto Interno Bruto per cápita (PibPer) tienen un valor medio de \$15,591.96 y una desviación estándar dentro de los 30 países analizados en el tiempo de \$1,325.26 per cápita; el valor mínimo del PIB per cápita corresponde a la República Árabe de Egipto durante el 2006 y el valor máximo es de Estados Unidos en el año 2007.

El uso de energía per cápita (UseEner) tienen un valor medio de 3,488.28 kilogramos per cápita y una desviación estándar de 2,578.39 kg per cápita; el valor mínimo de UseEner corresponde a Angola durante el 2006 y el valor máximo es de Kuwait en el año 2010.

Los datos correspondientes a la inclusión del país como miembro de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) son confirmados para 11 países de la muestra Angola, Arabia Saudita, Argelia, Ecuador, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irán, Iraq, Kuwait, Libia y Venezuela, en diferentes años estudio.

Gráfico 5. 2 Tendencia emisiones de CO₂



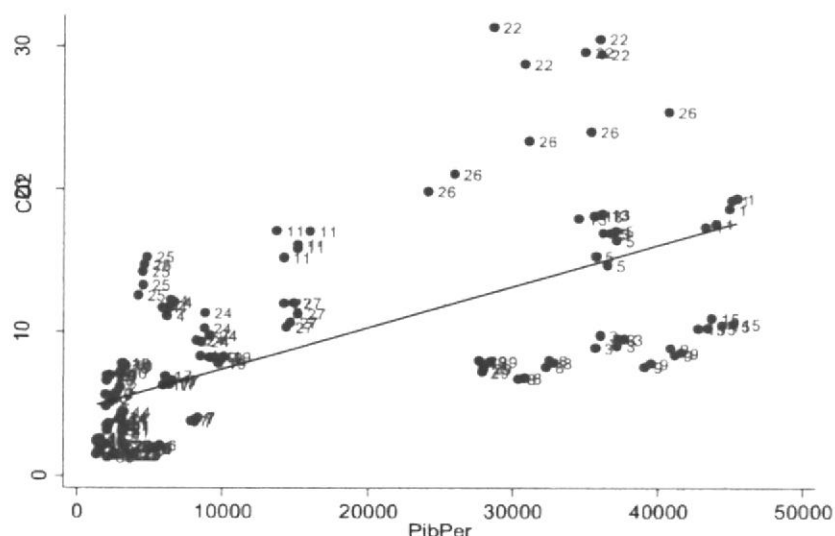
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

El 57.47% de los países tienen un rango de las emisiones de CO₂ entre 1.30 y 10.95 toneladas métricas per cápita aproximadamente para los años 2006 al 2010, estos corresponden a las líneas de tendencia agrupadas en el área más cercana a cero (Gráfico 5.2); los países que tienen una mayor cantidad de toneladas métricas per cápita emitidas son Kuwait, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Australia, Arabia Saudita y Canadá, mencionados en orden descendente a las emisiones de CO₂, los países forman el 20% del total de la muestra de los países de estudio.

Kuwait es el país que presenta las mayores emisiones del contaminante durante todos los años de estudio se puede observar que su tendencia varía con el tiempo sin embargo, para el año 2010 muestra un nivel de emisión de CO₂ de 31.32, esto se debe a que aún quedan secuelas de la invasión de los Iraquíes que se dio en 1990 cuando incendiaron sus plantas petrolíferas y a pesar de su esfuerzos durante una década no han conseguido recuperarse por completo.

Ecuador tiene una media en los años de estudio de 2.11 toneladas métricas per cápita en sus emisiones de CO₂, en el 2008 tuvo la menor cantidad de CO₂ emitidos 2.04 toneladas métricas per cápita, mientras que en el año 2010 alcanzó a 2.18 toneladas métricas per cápita, siendo este el mayor de todos años de estudio en sus emisiones de CO₂.

Gráfico 5. 3 Dispersión CO2 – PIBper



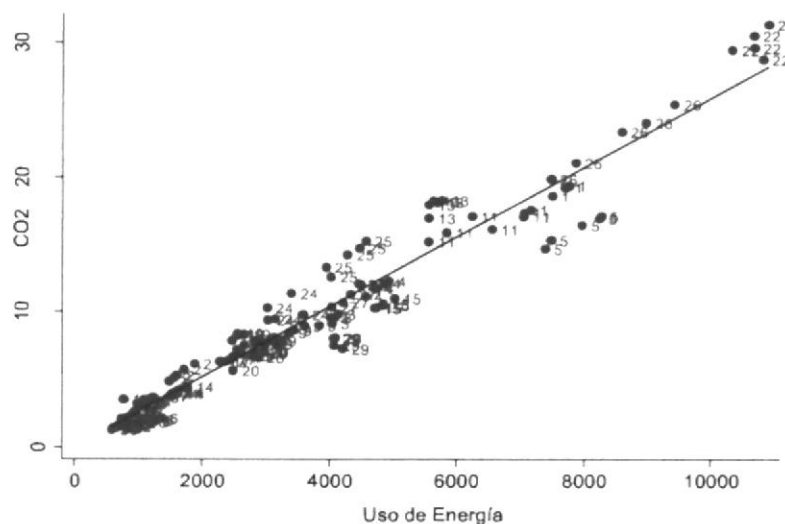
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Los países que tienen una menor variación son aquellos que generan menores cantidades de emisiones de CO₂ y tienen un PIB per cápita en promedio menor a \$10,000 y se encuentran agrupados en el área más cercana a cero (Gráfico 5.3), mientras que los países que tienen un PIB per cápita mayor al de la media muestral, se encuentran más dispersos como es el caso de Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido, Alemania, Canadá, Australia, Kuwait, Italia y Emiratos Árabes Unidos, estos países tienen un PIB per cápita entre \$30,000 y \$45,000 en promedio para los años de estudio, representan el 30% de países en la muestra.

El 67% de los países de estudio tienen un PIB per cápita menor a \$15,000 en promedio de los cuales 5 son países de América Central y del Sur; Ecuador está dentro de este grupo con un PIB per cápita en promedio de \$3,183.58. Sólo un 10% de los países tienen un PIB per cápita mayor a \$40,000 en promedio, destacándose Estados Unidos por ser el país con el mayor PIB en todos los años de estudio llegando a alcanzar un valor aproximadamente de \$44,507.54 en promedio para el período 2006 - 2010.

La República Árabe de Egipto es el país con el menor PIB en todos los años de estudio, obtiene un valor en promedio de \$1440.20, seguido de Indonesia e Iraq, conforman el 10% de países en la muestra con el menor PIB per cápita.

Gráfico 5. 4 Dispersión CO₂ – Uso de energía



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

El uso de energía es un componente que afecta a las emisiones de CO₂, las observaciones se encuentran menos dispersos de la línea ajustada con respecto al uso de energía (Gráfico 5.4), son los países que tienen un valor alejado de la media y estos corresponden a Kuwait, Emiratos Árabes Unidos y Canadá, estos países tienen un uso de energía alrededor de 7,100 a 11,000 Kg per cápita y representan al 10% de los países en la muestra.

El 87% de los países de la muestra tienen un uso de energía desde 634 kg (Angola) hasta 6,247 kg per cápita (Arabia Saudita), en promedio.

Ecuador consume 793.86 kg de energía per cápita aproximadamente durante los años de estudio; el año con el menor uso de energía derivada del petróleo se registra en el 2006 en el que consume 731.29 kg per cápita, el mayor año de uso de energía corresponde al 2009 con 859.17 kg per cápita.

De acuerdo a la especificación del modelo, se realiza la estimación de los parámetros:

Ecuación 5. 1 Modelo estimado CKA

$$\widehat{\text{Log}(\text{Co}_2)} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 \text{LogPibPer} + \widehat{\beta}_2 \text{Log PibPer}^2 + \widehat{\beta}_3 \text{Log UseEne} + \widehat{\beta}_4 \text{OPEP}$$

Tabla 5. 2 Modelo Final

Variable dependiente	LogEco2
Regresores	Coefficientes
	1.7259
LogPibper	(0.5902)***
	-0.0805
LogPibper ²	(0.0278)***
	0.6785
LogUseEne	(0.1220)***
	-0.0482
OPEP	(0.0101)***
	-12.3638
Intercepto	(2.4011)***

Nota 1: *, 1% Nivel de significancia.

Nota 2: Errores estándar robustos entre ().

El modelo sugerido por los test realizados es el de efectos fijos con efectos en tiempo y corte transversal corregido mediante errores estándar agrupados, se obtienen coeficientes estadísticamente significativos para todas las variables explicativas del modelo; el R cuadrado es de 0.99 lo cual indica que las variables independientes explican a la variable dependiente en 99%.

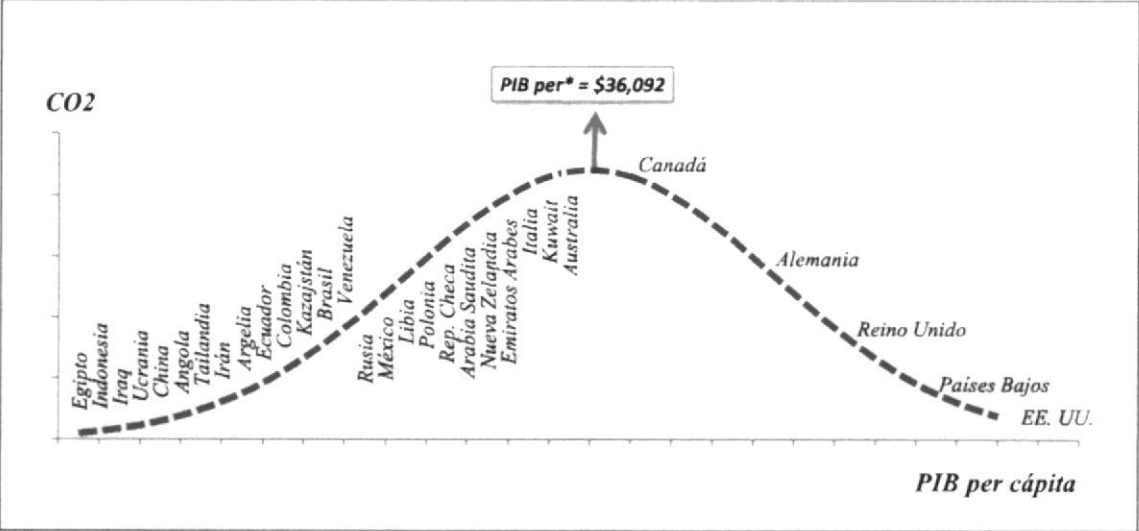
Para los 30 países de estudio, en el corto plazo las emisiones de CO₂ aumentan en 1.7% en promedio al aumentar el PibPer en 1%; sin embargo, si el PibPer² aumenta en 1%, las emisiones de CO₂ disminuirán en 0.081% manteniendo todo lo demás constante.

Dado los coeficientes de las variables de emisiones de CO₂ y Producto Interno Bruto, la relación entre degradación ambiental y crecimiento económico tiene una forma de U invertida para el modelo ambiental de 30 países consumidores de productos derivados del petróleo, esta relación es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 1%.

Al aumentar el uso de energía en 1% las emisiones de CO₂ se incrementan en 0.68% aproximadamente, si el país pertenece a la OPEP, sus emisiones de CO₂ tienden

a disminuir en -0.048% aproximadamente a un nivel de significancia del 1%, manteniendo todo lo demás constante.

Gráfico 5. 5 Curva Kuznets Ambiental



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

La Curva de Kuznets ambiental muestra la relación entre el indicador que genera degradación ambiental y el PIB per cápita. Al comienzo de la curva se observa la tendencia en aumento de las emisiones de CO2 y del crecimiento económico, pero a medida que el indicador de crecimiento económico aumente (PIB per cápita), los niveles de emisión del contaminante empiezan a disminuir, de modo que en los países que se reflejan altos niveles de crecimiento económico, muestran una mejora del medio ambiente y alcanzan el desarrollo sostenible

Los países con un elevado nivel de crecimiento económico, producen con tecnología más avanzada con respecto a los países en vías de desarrollo y consumen otras energías amigables con el medio ambiente como la energía eólica, geotérmica o mareomotriz.

El “turning point” de la Curva Kuznets Ambiental de los países de estudio se encuentra en \$36,092 dólares per cápita, es decir que los países que han superado este valor en su PIB per cápita podrían presentar un desarrollo sostenible, mientras que los países que aún se encuentran en el lado izquierdo de este punto, son países en desarrollo cuya producción genera un costo mayor en cuanto a degradación ambiental.

Tabla 5. 3 Pib per cápita promedio de los países de la muestra para el período 2006 - 2010.

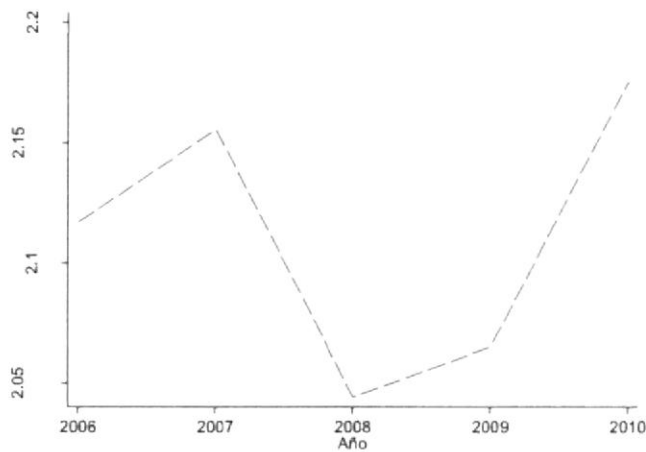
Posición	País	PIB per cápita 2006-2010	Posición	País	PIB per cápita 2006-2010
1	Egipto	\$1,440.20	16	México	\$8,105.46
2	Indonesia	\$1,446.56	17	Libia	\$8,667.14
3	Iraq	\$2,030.83	18	Polonia	\$9,347.61
4	Ucrania	\$2,037.52	19	República Checa	\$14,650.34
5	China	\$2,405.32	20	Arabia Saudita	\$14,821.02
6	Angola	\$2,419.50	21	Nueva Zelandia	\$27,920.28
7	Tailandia	\$2,975.60	22	Emiratos Árabes Unidos	\$31,420.28
8	Irán	\$3,065.74	23	Italia	\$31,753.70
9	Argelia	\$3,093.32	24	Kuwait	\$33,255.72
10	Ecuador	\$3,183.58	25	Australia	\$35,688.68
11	Colombia	\$3,786.49	26	Canadá*	\$36,592.60
12	Kazajstán	\$4,464.58	27	Alemania*	\$36,724.14
13	Brasil	\$5,244.23	28	Reino Unido*	\$40,405.74
14	Venezuela	\$6,177.13	29	Países Bajos*	\$43,872.72
15	Rusia	\$6,255.12	30	Estados Unidos*	\$44,507.64

Nota: * Países que tienen un PIB per cápita en promedio (2006-2010) mayor al punto de inflexión.

El 17% de los países de la muestra han alcanzado un PIB per cápita mayor al “turning point” durante todos los años de estudio, se confirman Canadá, Alemania, Reino Unido, Países Bajos y Estados Unidos; Kuwait en el 2007 llegó a ubicarse cerca del “turning point” con un PIB per cápita de \$36,040; Australia en el 2008 y 2010 alcanzó un PIB per cápita mayor al “turning point” mientras que Alemania no superó el punto de inflexión en los años 2006 y 2009, y Canadá no llegó a este punto sólo en el año 2009.

Ecuador se encuentra en el lado izquierdo del punto de inflexión, por lo tanto no se considera como un país con un desarrollo sustentable, esta entre el 30% de los países con un PIB per cápita promedio más bajos de la muestra.

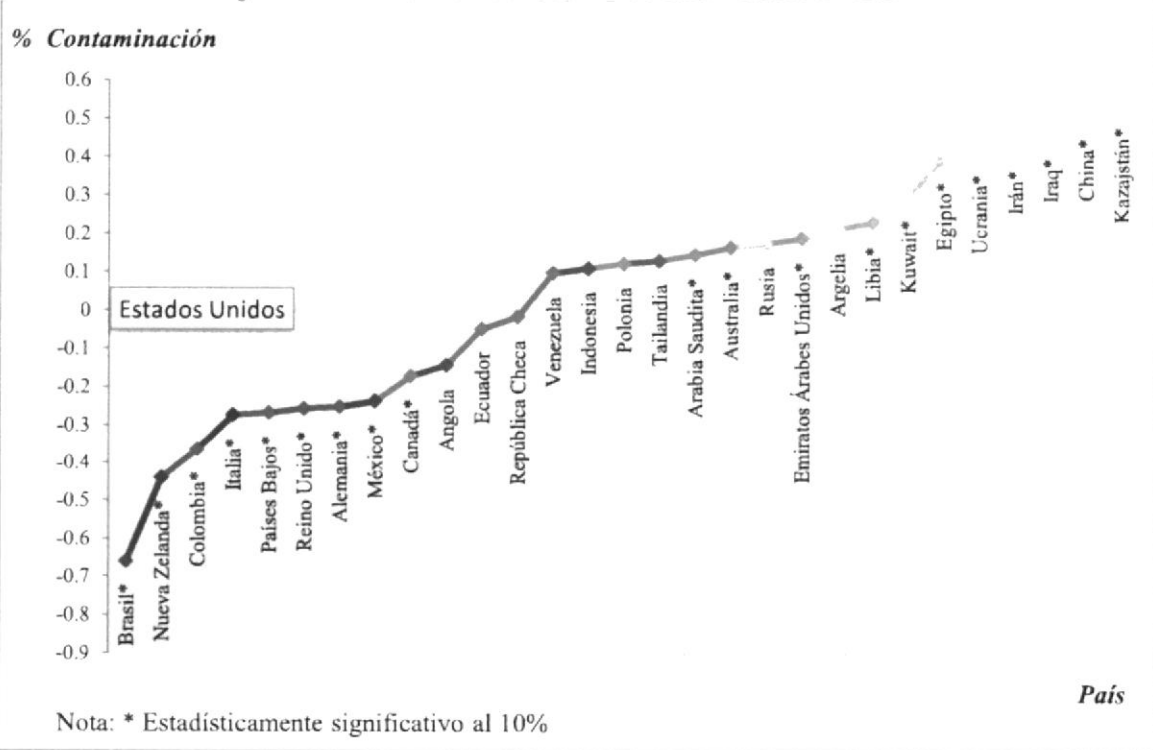
Gráfico 5. 6 Tendencia CO2 - Ecuador



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

La tendencia de los valores estimados del modelo para Ecuador (Gráfico 5.6) da como resultado una emisión estimada de CO₂ con forma de N es decir una relación cúbica polinomial, según los valores estimados las emisiones de CO₂ son crecientes hasta el año 2007, luego decrecen hasta el 2008 de ahí en adelante vuelven a tener un comportamiento creciente hasta el 2010.

Gráfico 5. 7 Efectos fijos en datos de corte transversal – País base: Estados Unidos.



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

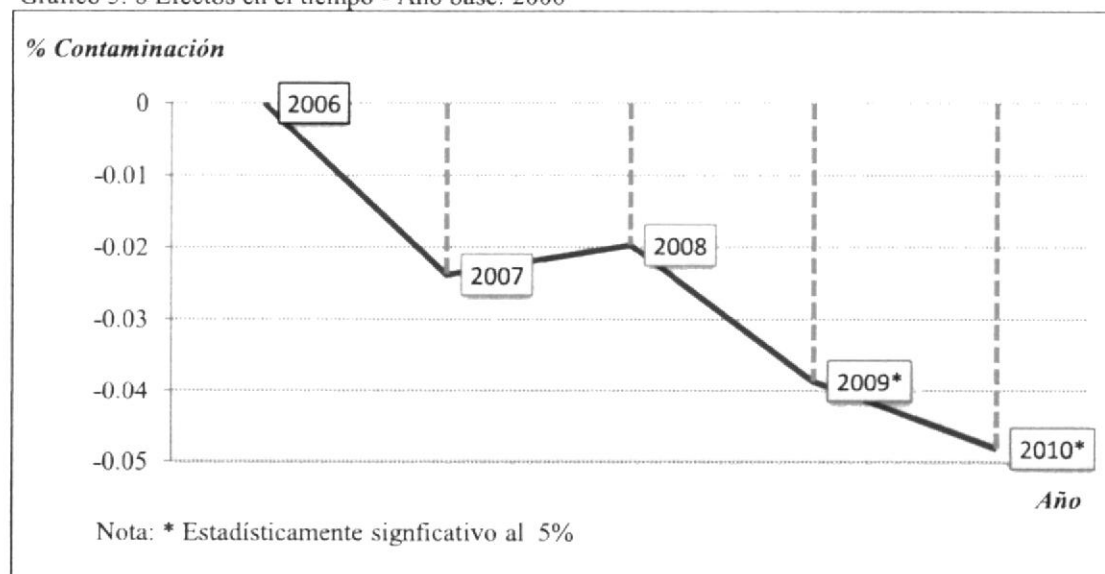
Las diferencias en la contaminación (efectos fijos en datos de corte transversal) entre los países se los realiza tomado como referencia a EE.UU, este país tiene la característica de ser el mayor consumidor de productos derivados de petróleo con un promedio de consumo de 19,500 barriles al día aproximadamente desde el año 2006 al 2010, es el país con el mayor PIB per cápita de toda la muestra con \$44,507 dólares (a precios constantes del 2005) en promedio durante el periodo de estudio, es el tercer país de la muestra con mayores emisiones de CO₂ y es el cuarto de toda la muestra que registró mayor uso de energía en términos per cápita.

Se determinó que 9 países de la muestra tuvieron una diferencia estadísticamente no significativa con respecto a la contaminación de los Estados Unidos.

El 67% de los países tuvieron diferencias significativas, de los cuáles 9 países contaminan en menor porcentaje con respecto a los Estados Unidos, y 11 tienen una diferencia positiva, es decir que contaminan en un porcentaje adicional mayor que el país base.

Brasil contamina 0.066% menos que los Estados Unidos, por otra parte Kazajstán tiene un nivel de contaminación de 0.54% a diferencia del país base; no hay evidencia suficiente para determinar que Ecuador contamina 0.05% menos que los Estados Unidos.

Gráfico 5. 8 Efectos en el tiempo - Año base: 2006



Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Las Autoras

En la estimación del modelo se comprobó la existencia de efectos fijos en el tiempo, es decir que al paso de los años el nivel de contaminación es diferente; la contaminación generada en los años 2007 y 2008, son menores en 0.02% con respecto al año 2006, pero no existe evidencia suficiente para determinar que este cambio fue significativo. Para los años posteriores, 2009 y 2010, la contaminación ha disminuido aproximadamente en 0.04%, y 0.05%, respectivamente, en relación al año 2006, estos porcentajes son estadísticamente significativos a un intervalo de confianza del 95%.

CONCLUSIONES

Las emisiones de CO₂ son diferentes entre los países de la muestra, por ejemplo Kuwait es el país con la mayor emisión de CO₂ en todos los años de estudio, los niveles de emisión llegan hasta 30 toneladas métricas per cápita en el 2010, la media ésta en 9.06 toneladas métricas per cápita y los niveles más bajos los registra Angola con 1.30 aproximadamente durante todos los años de estudio.

Según el análisis realizado a 30 países consumidores de productos derivados del petróleo, las emisiones de CO₂ se ven afectadas positivamente por el PIB per cápita, y negativamente por el PIB² per cápita. Las emisiones de CO₂ aumentan en 1.7% al incrementarse en 1% el PIB per cápita y disminuyen en 0.08% si el PIB² per cápita aumenta en 1%, manteniendo todo lo demás constante, lo que confirma la relación de U invertida y la presencia de una CKA para el conjunto de países.

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos en los trabajos realizados por Ben M. y Ben S. (2015), Farhani et al. (2014), Al-mulali et al. (2015), Jalil y Mahmud (2009), Abou-Ali y Abdelfattah (2013), Müller-Fürstenberger y Wagner (2007), Saboori (2014), Shahbaz et al. (2013), Apergis y Ozturk (2015), Martínez-Zarzoso y Bengochea-Morancho (2004), e Iwata et al. (2011); lo últimos obtuvieron que si aumentaba el PIB per cápita en 1% las emisiones de CO₂ se incrementaban en 3.51%, mientras que el PIB² per cápita tenía un efecto negativo en las emisiones de CO₂, estas disminuyen en 0.156% si el PIB² per cápita aumenta en 1%. Todos los investigadores mencionados confirmaron la hipótesis de una CKA. Ellos encontraron una relación en forma de U invertida en sus investigaciones usando como indicador de degradación ambiental el CO₂ y el PIB per cápita como variable de crecimiento económico.

En nuestro modelo, si el uso de energía de petróleo per cápita se incrementa en 1%, las emisiones de CO₂ aumentarán en 0.68%, manteniendo todo lo demás constante, a un nivel de significancia del 1%. Los resultados obtenidos concuerdan con Ben M. y Ben S. (2015) quien utilizó como variable consumo de energía no renovable, Farhani et al. (2014), Jalil y Mahmud (2009), Baek (2015), Shahbaz et al. (2013), quienes determinaron que el uso de energía afecta positivamente a las emisiones de CO₂. En los resultados presentados por Shahbaz et al. (2013) se estimó que el aumento del consumo de energía en 1%, provoca un efecto positivo en las emisiones de CO₂, aproximadamente en 0.72%, a un nivel de significancia del 5%, manteniendo todo lo demás constante.

Si se realiza la estimación con el uso de otro tipo de contaminante, se puede confirmar la presencia de una CKA, como lo realizó Song et al. (2008) que utilizaron tres indicadores de degradación ambiental: gases residuales y residuos sólidos, para comprobar la existencia de una CKA en las 29 provincias de China.

Farhani et al. (2014) en la estimación realizada para 10 países del MENA en el que están incluidos cuatro países de la muestra: Argelia, Egipto, Irán y Arabia Saudita; Al-mulali et al. Que incluyen cinco países de América Latina de la muestra: Brasil, Colombia, Ecuador, México y Venezuela; Müller-Fürstenberger y Wagner en el que se incluyen 19 países de nuestro estudio, encontraron una relación en forma de U invertida entre las emisiones de CO₂ y el PIB per cápita.

Baek (2015) no comprobó la existencia de una CKA para 12 países que generan mayor energía nuclear en el periodo de 1980-2009, él incluye países de nuestro análisis como Estados Unidos, Canadá, Alemania y Reino Unido; en los resultados obtenidos en nuestro proyecto se confirma la existencia de una CKA en la cual estos países muestran un desarrollo sustentable ya que su PIB per cápita es mayor al punto de inflexión. En el estudio de Baek se obtiene que el PIB per cápita ocasiona una disminución en las emisiones de CO₂ per cápita, lo cual difiere con nuestros resultados.

Robalino-López et al. (2014) no encontraron evidencia de una CKA para Ecuador, en nuestro análisis Ecuador no alcanza un PIB per cápita promedio (\$3,488.28) suficiente para considerarse como un país con desarrollo sustentable durante el periodo 2006-2010.

Las investigaciones mencionadas en el marco teórico referencial tienen un periodo de análisis de más de 15 años, y se los realizan bajo otros modelos como ARDL (Ben, M. y Ben, S., 2015), MCOTM (Al-mulali et al., 2015) y MCOB (Baek, 2015), se prueban la existencia de quiebres estructurales, causalidad entre las variables, pruebas de raíz unitaria para testear la presencia de estacionalidad; nuestro modelo no realiza estos tipos de análisis y el periodo de estudio considerado es de 5 años, tampoco se considera la endogeneidad al no incluir otras variables que podrían afectar a las emisiones de CO₂, como la producción de energía nuclear, el consumo de energía renovable, el comercio internacional, el índice de desarrollo humano, el desarrollo financiero, la educación, entre otros.

Para realizar los análisis mencionados se necesita un mayor conocimiento en cuanto a análisis econométrico, aplicación de los diferentes modelos para realizar las estimaciones adecuadas y un manejo de programas estadísticos para obtener resultados de acuerdo al modelo que se utilice, además de los datos para realizar las estimaciones.

Con respecto a la variable categórica OPEP, se obtuvo que el efecto de formar parte de esta organización ocasiona una disminución en las emisiones de CO₂ en 0.5% aproximadamente, por lo tanto los países de la muestra: Angola, Arabia Saudita, Argelia, Ecuador, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irak, Irán, Kuwait, Libia y Venezuela, tienen este efecto, dado que ellos pertenecen a la OPEP, sin embargo no se obtuvieron investigaciones en las que se haya utilizado esta variable categórica como variable explicativa para probar la hipótesis de la existencia de una CKA.

Los países que contaminan menos que Estados Unidos son Alemania, Canadá, Italia, Reino Unido, Países Bajos y Nueva Zelanda, estos países confirmaron su compromiso para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, además muestran diferencias significativas con respecto al país base a un nivel de significancia del 1%, sin embargo otros países como Australia y Ucrania muestran diferencias positivas con respecto a Estados Unidos, es decir, éstos países a pesar de haber firmado el Protocolo de Kyoto, contaminan 0.16% y 0.41% más que el país base, respectivamente.

Se podría suponer que los cambios presentados en el 2009 y 2010, fueron causados por el compromiso de los países que firmaron el Protocolo de Kyoto: Alemania, Rusia, Canadá, Italia, Reino Unido, Australia, Países Bajos, Polonia, Ucrania, República Checa y Nueva Zelanda, dado que en los años 2007 y 2008 no hubo evidencia suficiente para determinar que el nivel de contaminación disminuyó en esos años, con respecto al 2006.

El modelo estimado determina que los países: Canadá, Alemania, Reino Unido, Países Bajos y Estados Unidos, son economías que tienen un desarrollo sustentable según la Curva Kuznets Ambiental, mientras que los demás países que conforman el 83% de la muestra no alcanzaron un desarrollo sostenible durante el periodo de estudio 2006-2010.

RECOMENDACIONES

Actualmente países como Ecuador y Venezuela se encuentran en vías de desarrollo, esto quiere decir que están pasando por un proceso de cambio en su matriz productiva con lo que se busca alcanzar nuevos ideales entre ellos reducir la contaminación ambiental que es aquello que no les permite alcanzar un punto eficiente de desarrollo en el sentido de la Curva Kuznets Ambiental, es decir producir más sin emitir grandes cantidades de contaminantes y que producto de esto el PIB aumente. Por lo que se recomienda ejecutar poco a poco los cambios que se han venido promocionando entre ellos el cambio de las fuentes energéticas.

Dentro del grupo de países que se han analizado en el presente trabajo de investigación se encontró que países como Canadá, Alemania, Estados Unidos, son aquellos que han alcanzado el turning point los cuales representan el 10% de la muestra observada, Ecuador por su parte se encuentra dentro de los países que no han alcanzado ese punto siendo así parte de los países con el menor PIB per cápita de la muestra. Dada esta situación se recomienda firmar convenios o tratados como, el convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural; Convenio para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América; además de propagar en el pueblo ecuatoriano el sentido ecológico y la conservación del medio ambiente mediante brigadas o spots publicitarios.

El desarrollo sustentable es de gran relevancia ya que satisface las necesidades del presente sin necesidad de comprometer a las futuras generaciones, este contexto encierra dos conceptos que son claves para la ejecución del mismo, las necesidades y limitaciones que son impuestas por el Estado, dado esto es que se recomienda a los países que aún no han alcanzado el turning point buscar la eficiencia en sus operaciones ya que lo que se haga hoy afectara las decisiones y necesidades de las futuras generaciones.

El efecto invernadero es el fenómeno que se produce cuando determinados gases que componen la atmosfera del planeta, retienen parte de la energía que emite el suelo luego de haberse calentado por la radiación solar. Uno de estos gases es el CO₂ que en Ecuador se emite 69.5% en el sector forestal ya que ahí es donde se producen cambios en cuanto al uso del suelo y el 28.8% se emite desde el sector energético, entre los dos sectores casi representan el 100% de las emisiones del país. Es por esto que se deben tomar medidas correctivas como leyes judiciales más rigurosas para aquellos que se

dedican a la tala indiscriminada de árboles y como se mencionó anteriormente hacer realidad lo más pronto posible las propuestas acerca del cambio en la matriz energética.

Los conflictos y guerras internacionales son unas de las principales causas que estimulan el calentamiento global, y en esto países como Irak y Libia, contribuyen bastante a las emisiones de gases de efecto invernadero ya que las guerras que se desarrollan en esos países contaminan el aire, puesto que las armas que utilizan producen efectos contaminantes inmediatos como la radiación ionizante que no solo afecta al clima sino a los seres humanos ya que disminuye las defensas del organismo y facilita la infección de heridas causando la mortalidad. Por esto se debe hacer un llamado a la conciencia para que estos países lleguen a tener acuerdos de paz que permitan la protección del ser humano y del medio ambiente.

REFERENCIAS

- Abou-Ali, H., Abdelfattah, Y. (2013). *Integrated paradigm for sustainable development a panel data study*. Economic Modelling 30, p 334-342. doi10.1016/j.econmod.2012.09.016
- Al-mulali, U., Tang, C. y Ozturk I. (2015). *Estimating the environment kuznets curve hypothesis evidence from latin America and the Caribbean countries*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 918-924. /doi10.1016/j.rser.2015.05.017
- Apergis, N., Ozturk, I. (2015). *Testing environment kuznets curve hypothesis in Asian countries*. Ecological Indicators, 52, p 16-22. doi10.1016/j.ecolind.2014.11.026
- Asociaciones, D. (1944). World Bank. Consultado el jueves 25 de junio de 2015. Recuperado de <http://datos.bancomundial.org>
- Baek, J. (2015). *A panel cointegration analysis of co2 emissions, nuclear energy and income in major nuclear generating countries*. Applied Energy, 145, 133-138. doi10.1016/j.apenergy.2015.01.074
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S. (2015). *The environmental kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in tunisia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, 173-185. /doi10.1016/j.rser.2015.02.049
- Farhani, S., Mrizak, S., Chaibi, A., Rault, C. (2014). *The environmental kuznets curve and sustainability a panel data analysis*. Energy Policy, 71, 189-198. /doi10.1016/j.enpol.2014.04.030
- Greene, W.H. (1999). *Análisis econométrico*. Madrid Pearson Education S.A.
- Gujarati, D. (2003). *Econometría*. México Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Iwata, H., Okada, K., Samreth, S. (2011). *A note on the environmental kuznets curve for co2 a pooled mean group approach*. Applied Energy 88, p 1986-1996. doi10.1016/j.apenergy.2010.11.005
- Jalil, A., Mahmud, S. (2009). *Environment kuznets curve for co2 emissions a cointegration analysis for china*. Energy Policy 37, Issue 12, December 2009, p 5167-5172. doi10.1016/j.enpol.2009.07.044
- Labandeira, X. (2007). *Economía ambiental*. Madrid Pearson Education S.A.
- Labra, R. (2014). *Guía cero para datos de panel. un enfoque práctico*. Consultado el jueves 25 de junio de 2015. Recuperado de <http://www.uam.es>
- Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho A. (2004). *Pooled mean group estimation of an environmental kuznets curve for co2*. Economics Letters, 82(1), p 121-126. doi10.1016/j.econlet.2003.07.008
- Müller-Fürstenberger, G., Wagner, M. (2007). *Exploring the environmental kuznets hypothesis theoretical and econometric problems*. Ecological Economics 62(3-4), p 648-660. doi10.1016/j.ecolecon.2006.08.005
- OPEC. (1960). *The Organization of the Petroleum Exporting Countries* (OPEC). Consultado el jueves 25 de junio de 2015. Recuperado de <http://www.opec.org>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (2009). *Estudios de caso, cambio climático y patrimonio mundial*. Consultado el martes 28 de julio de 2015. Recuperado de whc.unesco.org

- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2007). *Análisis científico y técnico de impactos, adaptación y mitigación del cambio climático*. Consultado el domingo 28 de junio de 2015. Recuperado de www.ipcc.ch
- Piaggio, M. (2008). *Relación entre la contaminación atmosférica y la calidad del aire con el crecimiento económico y otros determinantes a lo largo del siglo xx*. Revista de administración, contabilidad y economía. 35-54.
- Robalino-López, A., García-Ramos, J., Golpe, A. (2014). *System dynamics modelling and the environmental kuznets curve in ecuador (1980-2025)*. Energy Policy, 67, p 923-931. doi10.1016/j.enpol.2013.12.003
- Saboori, B., Sulaiman, J., Mohd, S. (2014). *Economic growth and co2 emissions in Malaysia a cointegration analysis of the environmental kuznets curve*. Energy Policy, 51, 184-191. /doi10.1016/j.enpol.2012.08.065
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afta, T., Ali, A. (2013). *Revisiting the environmental kuznets curve in a global economy*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, p 494-502. doi10.1016/j.rser.2013.05.021
- Song, T., Zheng, T., Tong, L. (2008). *An empirical test of the environmental kuznets curve in china a panel cointegration approach*. China Economic Review, 19(3), 381-392. /doi10.1016/j.chieco.2007.10.001
- The Organization of the Petroleum Exporting Countries (2011). *Annual statistical bulletin 2010-2011*. Consultado el lunes 27 de julio de 2015. Recuperado de www.opec.org
- The United Nations (1945). Consultado el miércoles 20 de mayo de 2015. Recuperado de www.unfccc.int
- The United Nations (1998). *Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. Consultado el martes 28 de julio de 2015. Recuperado de www.unfccc.int
- The World Bank. (2010). *Informe sobre el desarrollo mundial desarrollo y cambio climático*. Consultado el martes 4 de agosto de 2015. Recuperado de <http://siteresources.worldbank.org>

ANEXOS

Anexo 1: Consumo de productos derivados de petróleo por país (1,000 b/d)

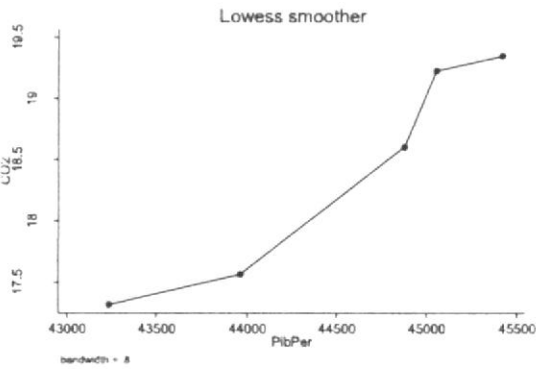
Posición	País	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
1	Estados Unidos	20,402.10	20,377.80	19,177.10	18,475.50	18,924.20	19,471.34
2	China	6,764.40	7,105.10	7,497.90	7,759.40	8,423.70	7,510.10
5	Alemania	2,668.00	2,446.00	2,527.20	2,434.10	2,466.80	2,508.42
6	Rusia	2,658.00	2,653.90	2,743.60	2,694.90	2,822.20	2,714.52
7	Canadá	2,208.70	2,261.60	2,197.90	2,108.70	2,188.10	2,193.00
8	Brasil	2,167.40	2,288.50	2,423.90	2,473.70	2,616.60	2,394.02
10	México	2,086.50	2,150.60	2,120.00	2,056.90	2,113.10	2,105.42
12	Italy	1,703.80	1,650.00	1,596.20	1,493.60	1,469.20	1,582.56
13	Reino Unido	1,614.80	1,555.70	1,547.60	1,492.10	1,455.40	1,533.12
14	Irán	1,598.60	1,680.10	1,776.10	1,795.20	1,775.00	1,725.00
16	Arabia Saudita	1,258.30	1,345.30	1,440.30	1,405.30	1,435.70	1,376.98
17	Indonesia	1,151.30	1,141.70	1,163.60	1,210.00	1,228.90	1,179.10
18	Australia	926.3	938.3	951.2	943.2	955.2	942.84
19	Tailandia	764.2	771	744.6	748.4	759.1	757.46
20	Países Bajos	678.5	734.2	702.9	690	696.8	700.48
21	Egipto	617.9	634.7	663.2	675.8	670.7	652.46
22	Venezuela	569.6	604.2	637.9	667.9	675.4	631.00
23	Iraq	516.3	490	497.1	533.9	565.6	520.58
25	Polonia	490.8	511.4	523.2	524.1	549.6	519.82
26	Ucrania	305.7	324.7	326.3	322.6	331.8	322.22
28	Argelia	255.2	277.6	299.6	309.8	337.7	295.98
29	Kuwait	241.3	251.8	263.8	252.8	260.4	254.02
30	Colombia	236.4	247.2	250.3	252.7	254.5	248.22
32	Libia	228.7	231.9	251.5	271.2	299	256.46
33	Kazajstán	217.4	243.8	229.5	225.6	239.4	231.14
35	Emiratos Árabes Unidos	213.9	224.1	233.3	235.1	238.2	228.92
36	República Checa	207.6	206.6	206.6	201.7	191.9	202.88
37	Ecuador	164.2	174.5	181.3	205.4	220	189.08
39	Nueva Zelanda	152.9	153.9	152	152	151	152.36
40	Angola	94.1	96.9	102.1	103.2	110	101.26

Fuente: OPEC

Elaborado por: Las Autoras

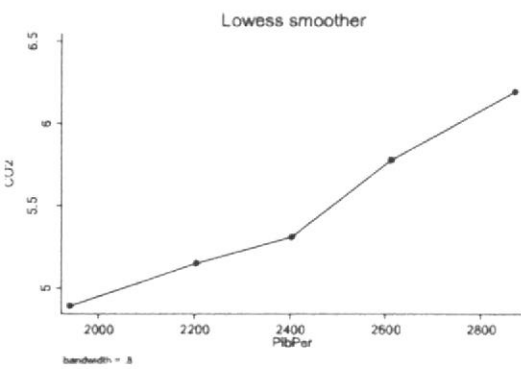
Anexo 2: Test no Paramétrico

Gráfico 01: Estados Unidos



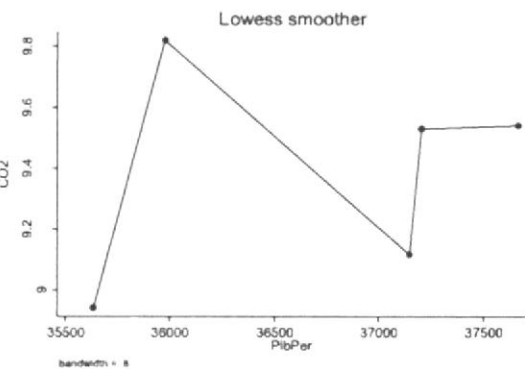
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 02: China



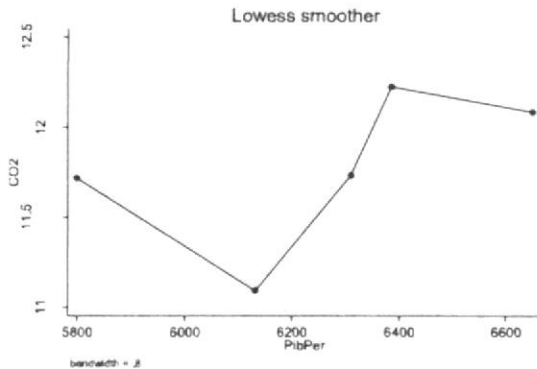
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 03: Alemania



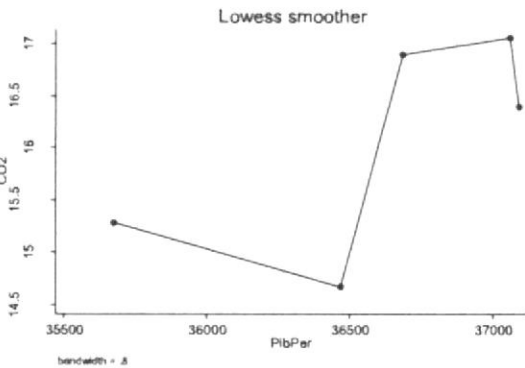
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 04: Federación de Rusia



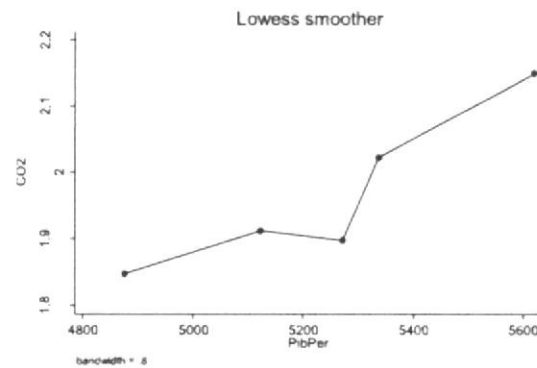
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 05: Canadá



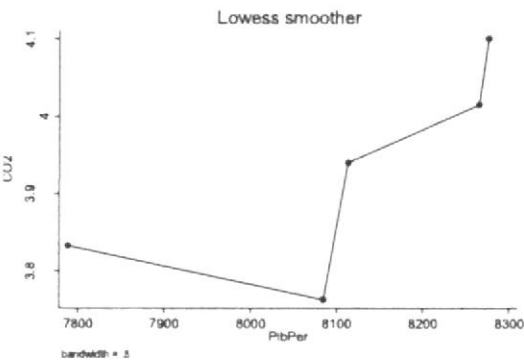
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 06: Brasil



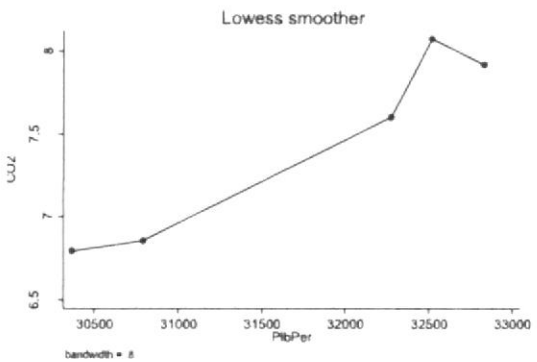
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 07: México



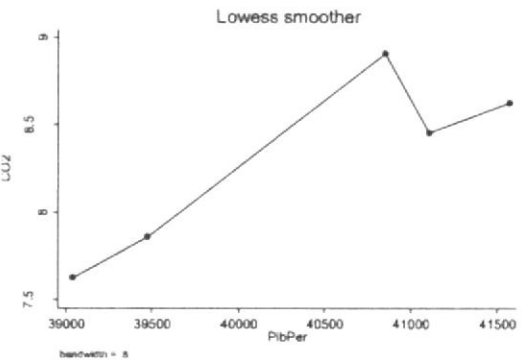
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 08: Italia



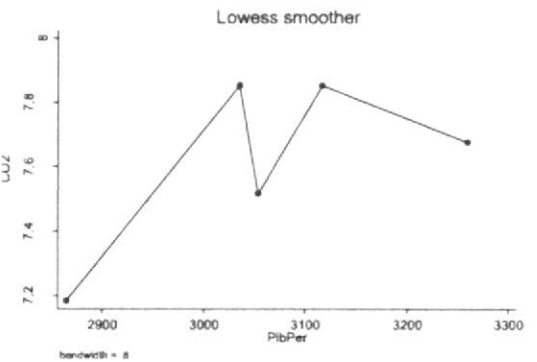
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 09: Reino Unido



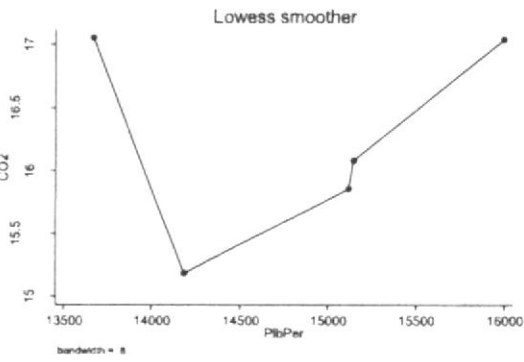
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 10: Irán



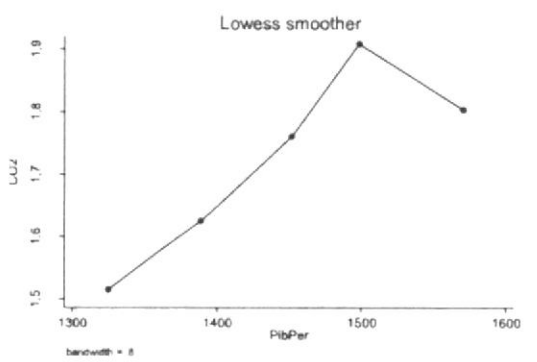
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 11: Arabia Saudita



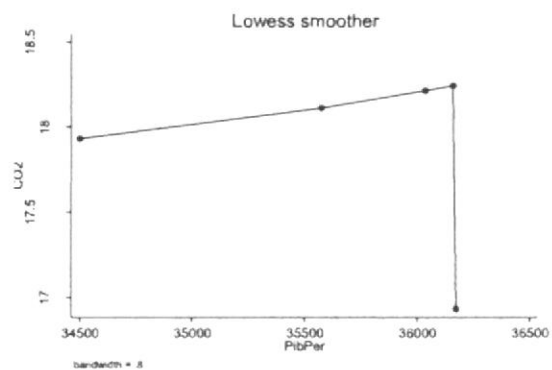
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 12: Indonesia



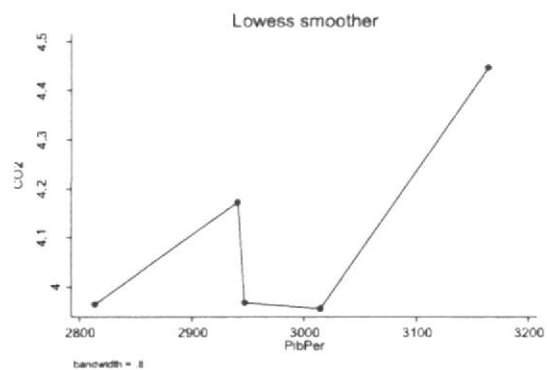
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 13: Australia



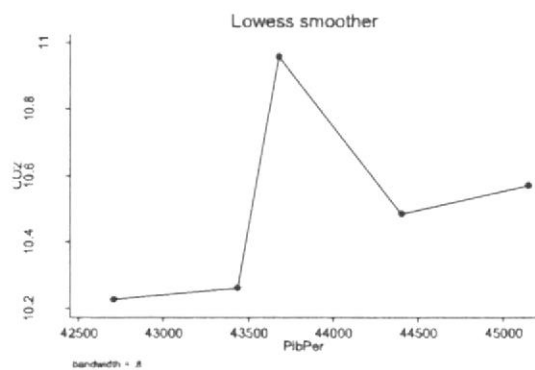
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 14: Tailandia



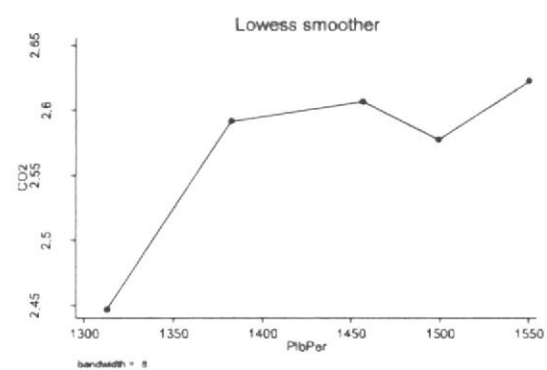
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 15: Países Bajos



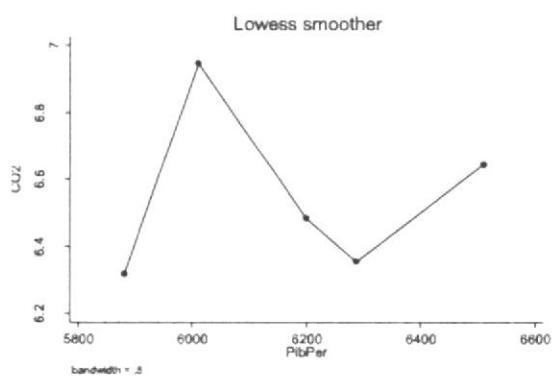
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 16: Egipto



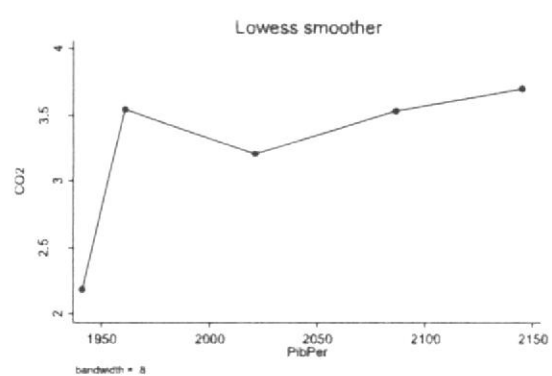
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 17: Venezuela



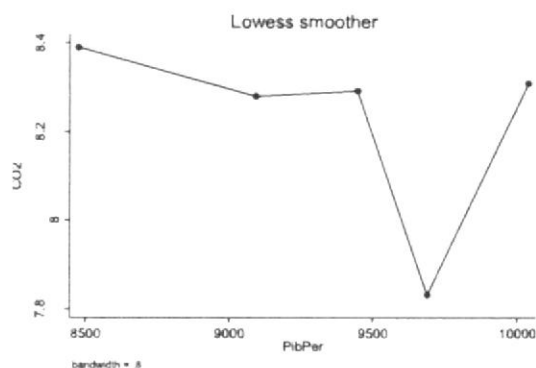
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 18: Iraq



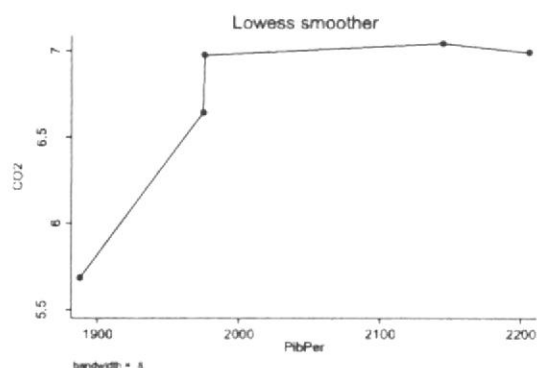
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 19: Polonia



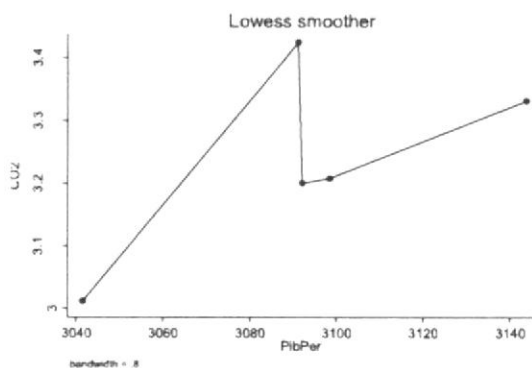
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 20: Ucrania



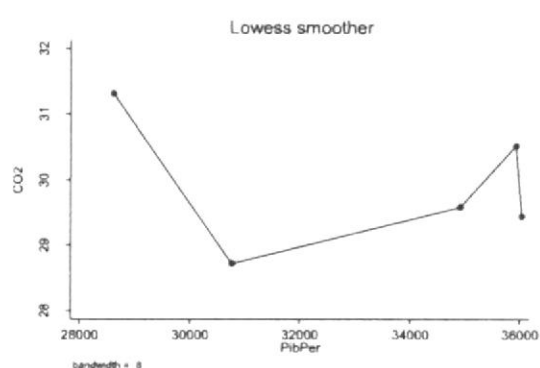
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 21: Argelia



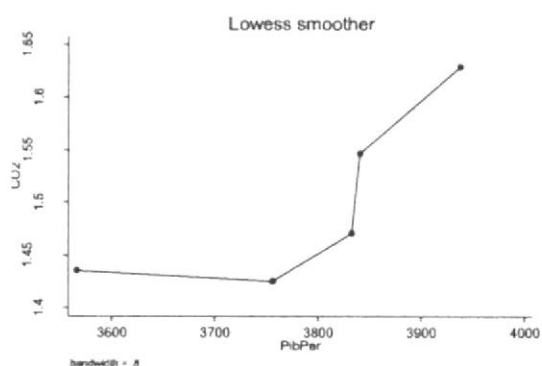
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 22: Kuwait



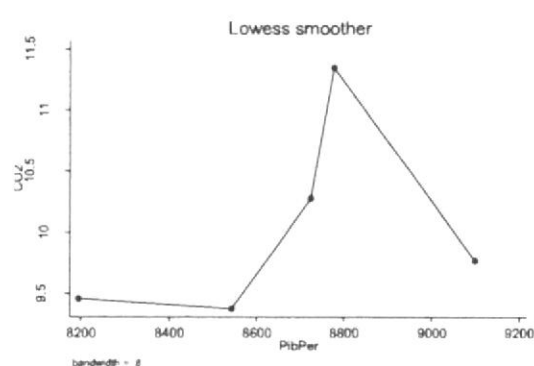
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 23: Colombia



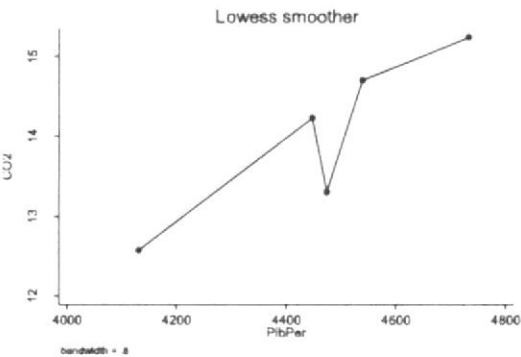
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 24: Libia



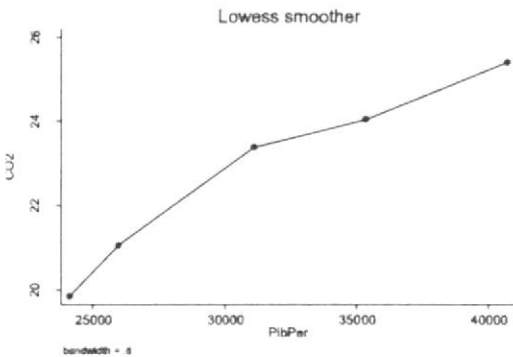
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 25: Kazajstán



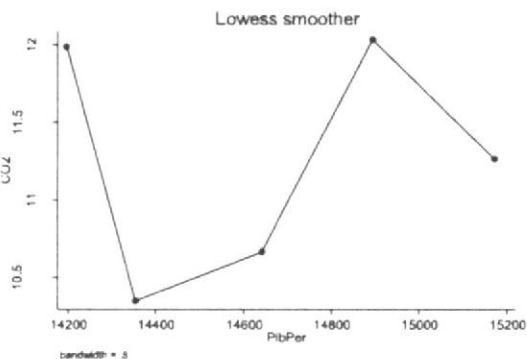
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 26: Emiratos Árabes Unidos



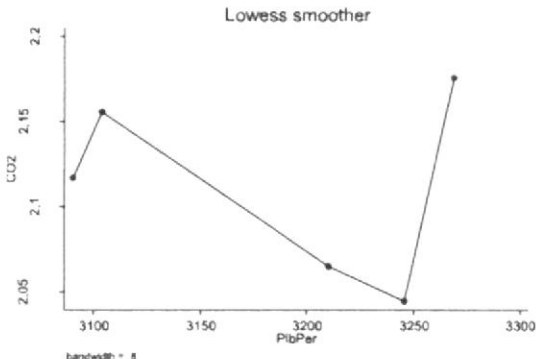
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 27: República Checa



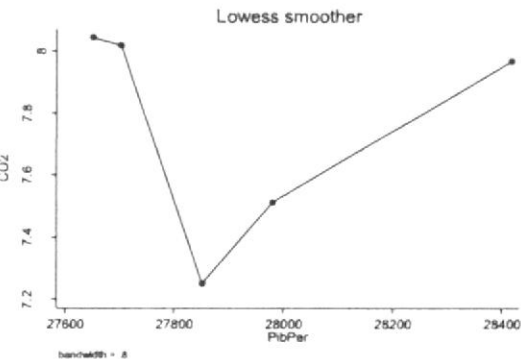
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 28: Ecuador



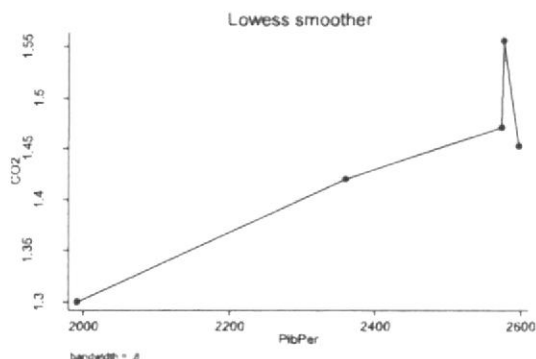
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 29: Nueva Zelanda



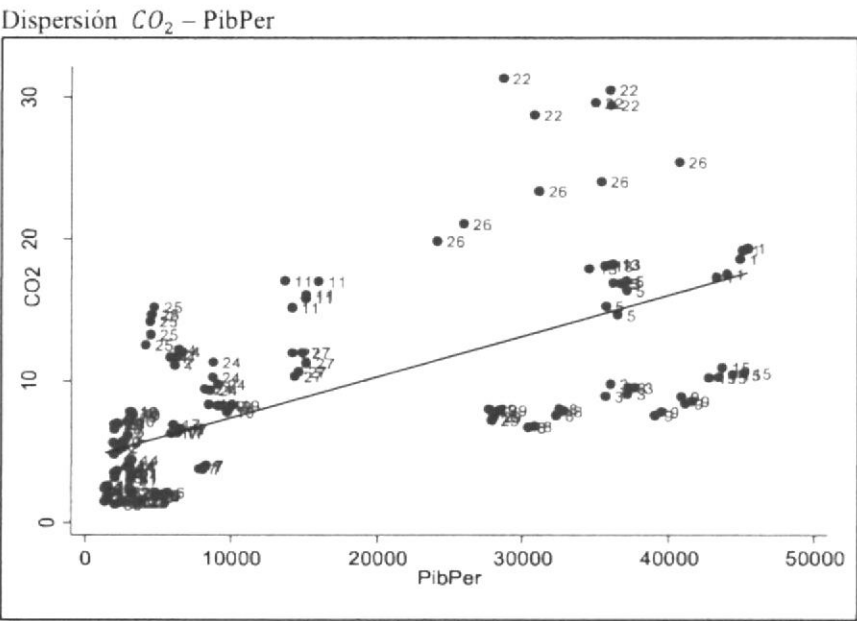
Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Gráfico 30: Angola

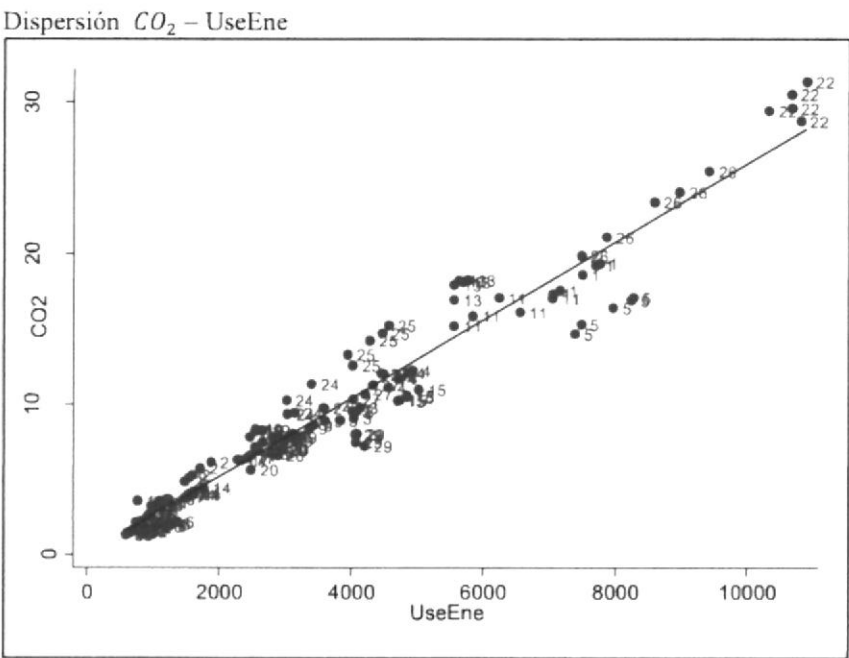


Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 3 Gráficos de dispersión



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras



Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 4 Modelo Pooled

. reg LogEco2 LogPibper LogPibper2 LogUseEne OPEP					
Source	SS	df	MS	Number of obs = 150	
Model	100.863328	4	25.215832	F(4, 145) = 900.22	
Residual	4.06154311	145	.028010642	Prob > F = 0.0000	
Total	104.924871	149	.704193765	R-squared = 0.9613	
				Adj R-squared = 0.9602	
				Root MSE = .16736	
LogEco2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
LogPibper	.1871166	.2592993	0.72	0.472	-.325378 .6996111
LogPibper2	-.0140007	.0141225	-0.99	0.323	-.0419133 .0139119
LogUseEne	1.089963	.0283821	38.40	0.000	1.033867 1.146059
OPEP	.0757431	.0300117	2.52	0.013	.0164262 .1350599
_cons	-7.226517	1.148506	-6.29	0.000	-9.496492 -4.956542

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 5 Modelo de Efectos Fijos

. reg LogEco2 LogPibper LogPibper2 LogUseEne OPEP i.Pais					
Source	SS	df	MS	Number of obs = 150	
Model	104.658693	33	3.17147553	F(33, 116) = 1182.12	
Residual	.266178455	116	.002294642	Prob > F = 0.0000	
Total	104.924871	149	.704193765	R-squared = 0.9975	
				Adj R-squared = 0.9967	
				Root MSE = .0479	
LogEco2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
LogPibper	.7921359	.4921994	1.61	0.110	-.1827271 1.766999
LogPibper2	-.0315088	.0262656	-1.20	0.233	-.0835312 .0205136
LogUseEne	.6527474	.0869411	7.51	0.000	.4805495 .8249452
OPEP	-.0490686	.0269433	-1.82	0.071	-.1024332 .0042961
Pais					
2	.3837255	.1933357	1.98	0.050	.0007998 .7666512
3	-.2478624	.0594053	-4.17	0.000	-.3655222 -.1302027
4	.1967385	.1519486	1.29	0.198	-.104215 .4976919
5	-.1496536	.0379918	-3.94	0.000	-.2249013 -.074406
6	-.6854328	.1671076	-4.10	0.000	-1.01641 -.3544551
7	-.2250307	.1496857	-1.50	0.135	-.5215022 .0714408
8	-.2645047	.0820276	-3.22	0.002	-.4269796 -.1020387
9	-.2669175	.0733612	-3.64	0.000	-.4122185 -.1216164
10	.3572611	.1872591	1.91	0.059	-.013629 .7281513
11	.2068464	.106163	1.95	0.054	-.0034229 .4171157
12	-.131674	.2279926	-0.58	0.565	-.583242 .319894
13	.1787572	.0412084	4.34	0.000	.0971388 .2603755
14	.0432951	.1820349	0.22	0.829	-.321248 .4998381
15	-.2775457	.0478772	-5.80	0.000	-.3723726 -.1827189
16	.156531	.2251787	0.70	0.488	-.2894637 .6025257
17	.1024237	.1512802	0.68	0.500	-.1972057 .4020531
18	.2923591	.2092904	1.40	0.165	-.122167 .7068852
19	.1515404	.1293917	1.17	0.244	-.1047362 .4078169
20	.2757391	.2111389	1.31	0.194	-.1424481 .6939263
21	-.1187448	.1904213	0.62	0.534	-.2584087 .4958983
22	.3362871	.065305	5.15	0.000	.2069422 .4656319
23	-.4433342	.1986473	-2.23	0.028	-.8367803 -.0498882
24	.2626724	.1336981	1.96	0.052	-.0021336 .5274783
25	.5278796	.169589	3.11	0.002	.1919872 .863772
26	.2235265	.0591586	3.78	0.000	.1063555 .3406976
27	.0350391	.0994734	0.35	0.725	-.1619805 .2320587
28	-.1451931	.1959788	-0.74	0.460	-.5333537 .2429676
29	-.4131657	.0651677	-6.34	0.000	-.5422386 -.2840928
30	-.2909328	.211474	-1.38	0.172	-.7097837 .1279181
_cons	-7.774668	2.175797	-3.57	0.001	-12.08411 -3.465229

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 6 Test de Wald

$F(29, 116) = 57.03$
$\text{Prob} > F = 0.0000$

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 7 Modelo de Efectos Fijos en el Tiempo

. xtreg LogEco2 LogPibper LogPibper2 LogUseEne OPEP i.Año ,fe						
Fixed-effects (within) regression			Number of obs	=	150	
Group variable: País			Number of groups	=	30	
R-sq: within = 0.6036			Obs per group: min =		5	
between = 0.8733			avg =		5.0	
overall = 0.8718			max =		5	
			F(8,112)	=	21.32	
corr(u_i, Xb) = -0.1360			Prob > F	=	0.0000	
LogEco2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LogPibper	1.7259	.5444685	3.17	0.002	.647105	2.804694
LogPibper2	-.0804682	.028837	-2.79	0.006	-.1376051	-.0233314
LogUseEne	.6785103	.0865153	7.84	0.000	.5070912	.8499293
OPEP	-.0482125	.0259954	-1.85	0.066	-.0997191	.003294
Año						
2007	-.0237995	.0124359	-1.91	0.058	-.0484397	.0008408
2008	-.0196732	.0131891	-1.49	0.139	-.0458058	.0064593
2009	-.0385629	.0131179	-2.94	0.004	-.0645544	-.0125715
2010	-.0480872	.014006	-3.43	0.001	-.0758384	-.020336
_cons	-12.31519	2.469196	-4.99	0.000	-17.20759	-7.422798
sigma_u	.30477936					
sigma_e	.04591839					
rho	.97780446	(fraction of variance due to u_i)				
F test that all u_i=0:			F(29, 112) =	62.02	Prob > F = 0.0000	

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

```

. testparm i.Año

( 1) 2007.Año = 0
( 2) 2008.Año = 0
( 3) 2009.Año = 0
( 4) 2010.Año = 0

F( 4, 112) = 3.56
Prob > F = 0.0090

```

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 8 Modelo de Efectos Aleatorios

```

. xtreg LogEco2 LogPibper LogPibper2 LogUseEne OPEP, re

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       150
Group variable: Pais                    Number of groups  =        30

R-sq:  within = 0.5242                  Obs per group: min =         5
      between = 0.9543                      avg       =        5.0
      overall  = 0.9517                      max       =         5

corr(u_i, X)  = 0 (assumed)              Wald chi2(4)      =       719.09
                                          Prob > chi2       =       0.0000

```

LogEco2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
LogPibper	.3671566	.3996002	0.92	0.358	-.4160455	1.150359
LogPibper2	-.0195416	.0216143	-0.90	0.366	-.0619049	.0228216
LogUseEne	.9453733	.0549739	17.20	0.000	.8376263	1.05312
OPEP	-.0263772	.0265609	-0.99	0.321	-.0784356	.0256812
_cons	-7.223565	1.760608	-4.10	0.000	-10.67429	-3.772837
sigma_u	.17030337					
sigma_e	.04790242					
rho	.92668379	(fraction of variance due to u_i)				

```

. * COMPARACIÓN MEDIANTE HAUSMAN*

```

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 9 Test de Haussman

```
. estimate store RANDOM
. hausman FIXED RANDOM
```

	Coefficients			
	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	FIXED	RANDOM	Difference	S.E.
LogPibper	.7921359	.3671566	.4249792	.2873672
LogPibper2	-.0315088	-.0195416	-.0119672	.0149233
LogUseEne	.6527474	.9453733	-.2926259	.0673545
OPEP	-.0490686	-.0263772	-.0226914	.0045234

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

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(4) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 44.77
Prob>chi2 = 0.0000

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 10 Prueba de Heterocedasticidad

```
. xttest3
```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (30) = 26522.08
Prob>chi2 = 0.0000

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 11 Test de Pesaran-Prueba de Autocorrelación

```
. xtcsd, pesaran abs
```

Pesaran's test of cross sectional independence = 5.378, Pr = 0.0000

Average absolute value of the off-diagonal elements = 0.512

Fuente: Banco Mundial
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 12 Test Wooldrige - Prueba de Autocorrelación en el tiempo.

```
. xtserial LogEco2 LogPibper LogPibper2 LogUseEne OPEP

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      29) =      9.567
      Prob > F =      0.0044
```

Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Las Autoras

Anexo 13 Estimación final de los parámetros del modelo CKA.

Linear regression				Number of obs = 150		
				R-squared = 0.9977		
				Root MSE = .04592		
(Std. Err. adjusted for 30 clusters in País)						
-----+-----						
			Robust			
LogEco2		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----+-----						
LogPibper		1.7259	.5902119	2.92	0.007	.5187807 2.933018
LogPibper2		-.0804682	.0277992	-2.89	0.007	-.137324 -.0236124
LogUseEne		.6785103	.1220221	5.56	0.000	.428947 .9280736
OPEP		-.0482125	.0101212	-4.76	0.000	-.0689128 -.0275123
-----+-----						
País						
2		.5084309	.1666778	3.05	0.005	.1675364 .8493253
3		-.2521816	.0679786	-3.71	0.001	-.3912134 -.1131497
4		.172639	.1314377	1.31	0.199	-.0961813 .4414593
5		-.1715978	.0196714	-8.72	0.000	-.2118302 -.1313654
6		-.6601205	.1107388	-5.96	0.000	-.8866068 -.4336341
7		-.2371222	.1091533	-2.17	0.038	-.4603658 -.0138786
8		-.2738776	.0988744	-2.77	0.010	-.4760984 -.0716567
9		-.257015	.0933434	-2.75	0.010	-.4479237 -.0661063
10		.4269018	.1712618	2.49	0.019	.0766322 .7771715
11		.1441845	.0734325	1.96	0.059	-.0060018 .2943708
12		.1082325	.196585	0.55	0.586	-.293829 .5102939
13		.1629913	.0278613	5.85	0.000	.1060085 .219974
14		.1277077	.1392636	0.92	0.367	-.1571183 .4125336
15		-.2680662	.0520735	-5.15	0.000	-.3745685 -.1615638
16		.3945117	.2041454	1.93	0.063	-.0230124 .8120359
17		.0957467	.095068	1.01	0.322	-.0986891 .2901826
18		.4581185	.1601261	2.86	0.008	.1306239 .7856132
19		.1201159	.0803498	1.49	0.146	-.0442179 .2844497
20		.4142323	.2343872	1.77	0.088	-.0651434 .8936079
21		.2113692	.1269889	1.66	0.107	-.0483522 .4710906
22		.297	.0603089	4.92	0.000	.1736544 .4203456
23		-.3651396	.1441919	-2.53	0.017	-.6600452 -.0702339
24		.2274186	.0816572	2.79	0.009	.0604109 .3944263
25		.5385348	.160304	3.36	0.002	.2106763 .8663933
26		.1858884	.0402527	4.62	0.000	.1035623 .2682144
27		-.0173753	.0586985	-0.30	0.769	-.1374272 .1026765
28		-.0488601	.1315933	-0.37	0.713	-.3179987 .2202785
29		-.440456	.0578699	-7.61	0.000	-.5588133 -.3220986
30		-.1444962	.1446838	-1.00	0.326	-.4404078 .1514154
-----+-----						
Año						
2007		-.0237995	.0248088	-0.96	0.345	-.0745391 .0269402
2008		-.0196732	.0177975	-1.11	0.278	-.0560731 .0167267
2009		-.0385629	.0182158	-2.12	0.043	-.0758185 -.0013074
2010		-.0480872	.017615	-2.73	0.011	-.0841139 -.0120605
-----+-----						
_cons		-12.36378	2.401094	-5.15	0.000	-17.27457 -7.452994
-----+-----						

Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Las Autoras

Anexo 14 Promedio de las variables CO2 y PibPer de cada país.

País	Nombre	Promedio CO2	Promedio Pibper	Promedio UseEne
1	Estados Unidos	18.41212	44507.64	7432.256
2	China	5.466088	2405.318	1646.014
3	Alemania	9.388994	36724.14	4017.222
4	Fed. de Rusia	11.7715	6255.124	4756.112
5	Canadá	16.05976	36592.6	7863.406
6	Brasil	1.965806	5244.234	1264.96
7	México	3.930566	8105.456	1540.54
8	Italia	7.44825	31753.7	2970.81
9	Reino Unido	8.295618	40405.74	3355.714
10	Irán	7.616462	3065.744	2747.438
11	Arabia Saudita	16.24576	14821.02	6247.986
12	Indonesia	1.722636	1446.56	822.8856
13	Australia	17.88744	35688.68	5641.964
14	Tailandia	4.101816	2975.598	1626.994
15	Países Bajos	10.50124	43872.72	4826.262
16	Egipto	2.56915	1440.204	938.9116
17	Venezuela	6.549878	6177.126	2425.6
18	Iraq	3.236324	2030.826	976.1478
19	Polonia	8.220358	9347.612	2556.032
20	Ucrania	6.668774	2037.52	2833.212
21	Argelia	3.235544	3093.324	1060.866
22	Kuwait	29.91952	33255.72	10674.2
23	Colombia	1.501802	3786.494	658.55
24	Libia	10.046006	8667.144	3235.104
25	Kazajstán	14.01	4464.584	4252.332
26	Emiratos Árabes Unidos	22.7503	31420.28	8459.912
27	República Checa	11.26294	14650.34	4297.208
28	Ecuador	2.111568	3183.58	793.858
29	Nueva Zelandia	7.7586	27920.28	4091.848
30	Angola	1.439866	2419.504	634.0278

Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Las Autoras

Anexo 15 Información sobre los países de la muestra.

Nº	Nombre	Protocolo de Kyoto	NIVEL DE INGRESO AL 28/7/2015
1	Estados Unidos	-	Ingreso alto: Miembros de OCDE
2	China	-	Ingreso mediano alto
3	Alemania	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
4	Fed. de Rusia	SI	Ingreso alto: No miembros de OCDE
5	Canadá	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
6	Brasil	-	Ingreso mediano alto
7	México	-	Ingreso mediano alto
8	Italia	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
9	Reino Unido	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
10	Irán	-	Ingreso mediano alto
11	Arabia Saudita	-	Ingreso alto: No miembros de OCDE
12	Indonesia	-	Países de ingreso mediano bajo
13	Australia	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
14	Tailandia	-	Ingreso mediano alto
15	Países Bajos	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
16	Egipto	-	Países de ingreso mediano bajo
17	Venezuela	-	Ingreso alto: No miembros de OCDE
18	Iraq	-	Ingreso mediano alto
19	Polonia	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
20	Ucrania	SI	Países de ingreso mediano bajo
21	Argelia	-	Ingreso mediano alto
22	Kuwait	-	Ingreso alto: No miembros de OCDE
23	Colombia	-	Ingreso mediano alto
24	Libia	-	Ingreso mediano alto
25	Kazajstán	-	Ingreso mediano alto
26	Emiratos Árabes Unidos	-	Ingreso alto: No miembros de OCDE
27	República Checa	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
28	Ecuador	-	Ingreso mediano alto
29	Nueva Zelandia	SI	Ingreso alto: Miembros de OCDE
30	Angola	-	Ingreso mediano alto

Fuente: UNESCO, Banco Mundial

Elaborado por: Las Autoras