

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO
CONVOCATORIA 2008-2010**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL
DESARROLLO**



TÍTULO DE LA TESIS:

**CRECIMIENTO ECONÓMICO VS. DEGRADACIÓN AMBIENTAL:
¿EXISTE UNA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL
CARIBE? PERIODO 1970-2008**

AUTOR:

GABRIEL ANTONIO SUÁREZ MONCAYO

ABRIL, 2011

QUITO – ECUADOR

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO
CONVOCATORIA 2008-2010**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL
DESARROLLO**



**FLACSO
ECUADOR**

TÍTULO DE LA TESIS:

**CRECIMIENTO ECONÓMICO VS. DEGRADACIÓN AMBIENTAL:
¿EXISTE UNA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL
CARIBE? PERIODO 1970-2008**

AUTOR:

GABRIEL ANTONIO SUÁREZ MONCAYO

ASESOR:

FERNANDO MARTÍN MAYORAL

LECTORES:

**ALBERTO ACOSTA ESPINOSA
MARÍA CRISTINA VALLEJO GALÁRRAGA**

ABRIL, 2011

QUITO – ECUADOR

Dedicatoria:

A mis padres, pues cada suceso positivo en mi vida es producto del inmenso esfuerzo y cariño entregado por ellos. A mi novia Margarita por su amor, apoyo y paciencia en los retos que me he propuesto conquistarlos. Y de manera especial, aquel ausente que nunca pudo oír lo importante, que su existencia era para quien lo considero su amigo.... Estebitan, gracias por haber creído en mí, darme la mano innumerables veces y hoy a pesar de que solo estás en mi eterno recuerdo, perdurarás en mi mente en cada pasó de lucha que dé. Tu presencia en este mundo no fue en vano, pues cambio la mía para bien y sé que la de muchos más.

Agradecimiento:

A mi familia Padre, Madre, Hermanos, Abuelita, Tía, Primo, por su apoyo en todos los momentos de mi vida y la confianza que han depositado en mí. A mis amigos Juan, Carlos, Juan Francisco, Afrán, Iván y muchos más; que con sus vivencias, problemas y triunfos despiertan en mí las ganas de seguir entendiendo al ser humano. A mi novia Margarita por existir y hacer de mi vida un mundo más hermoso. A la gente que cree en el cambio y lucha por construir algo más justo, porque de ellos me he alimentado de esperanza y de ganas de seguir combatiendo por un mundo mejor.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Justificación de la investigación	1
1.2 Marco teórico	4
1.2.1 Evolución de la incorporación del medio ambiente en la teoría economía	4
1.2.2 Línea de pensamiento en la explicación de la Curva de Kuznets Ambiental	9
Economía neoclásica, ambiental y de los recursos naturales	9
Economía ecológica	13
1.2.3 Modelo de la Curva de Kuznets Ambiental	16
CAPÍTULO II	22
2. METODOLOGÍA	22
2.1 Fuentes de información	22
2.1.1 Base de datos	22
2.1.2 Definición de las variables	23
Especificación de la variable económica a ser usado en el modelo	23
Especificación de las variables ambientales a ser usadas en el modelo	24
2.1.3 Evidencia empírica	26
2.1.4 Metodología econométrica	30
Regresión localmente ponderada	31
Datos de panel	33
Cointegración de series de tiempo	35
Método de regresiones aparentemente no relacionadas	37
CAPÍTULO III	41
3. ANALISIS DE LA RELACIÓN ENTRE MEDIO AMBIENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO	41
3.1. Análisis descriptivo de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico	41

3.2.	Análisis econométrico de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico mediante datos de panel y series de tiempo	47
3.3.	Análisis econométrico de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico mediante el método de regresiones aparentemente no relacionadas	56
3.4.	Interpretación del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental	64
3.4.1.	Interrogantes y controversias detrás de los modelos de la Curva de kuznets Ambiental resultantes	64
3.4.2.	El problema del planteamiento de las ecuaciones y la especificación de las variables	65
3.4.3.	El problema del soporte teórico detrás del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental	66
3.4.4.	El problema de la sensibilidad de los métodos y estadígrafos econométricos	68
3.4.5.	Nivel de análisis e interpretación de la Curva de Kuznets Ambiental	69
CAPÍTULO IV		
4.	RRESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
4.1.	Resultados	72
4.2.	Conclusiones	76
4.3.	Recomendaciones	76
BIBLIOGRAFÍA		79
ANEXOS		85

GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Sistema cerrado de la economía neoclásica	10
Gráfico N° 2: Sistema cerrado de la economía ambiental	11
Gráfico N° 3: Subsistema abierto de la economía ecológica	15
Gráfico N° 4: Curva de Kuznets Ambiental	17
Gráfico N° 5: Posibles formas que puede tomar la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico	19
Gráfico N° 6: Relaciones entre la economía tradicional, la ecológica, la ambiental y la de los recursos naturales	20
Gráfico N° 7: PIB, PIBp y población en América Latina y el Caribe	24
Gráfico N° 8: Emisiones de contaminantes de América Latina y el Caribe	26
Gráfico N° 9: Ratio entre la contaminación ambiental y el crecimiento económico por país	42
Gráfico N° 10: Regresiones no paramétricas entre degradación ambiental y crecimiento económico	46
Gráfico N° 11: Análisis de datos de panel del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental	49
Gráfico N° 12: Análisis de las series de tiempo: Estacionariedad o raíz unitaria y correlación serial	52
Gráfico N° 13: Significancia de los coeficientes y las regresiones del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental: Mínimos cuadrados ordinarios	53
Gráfico N° 14: Pruebas de cointegración: Mínimos cuadrados ordinarios	54
Gráfico N° 15: Significancia de los coeficientes y las regresiones del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental: Método de regresiones aparentemente no relacionadas	59
Gráfico N° 16: Independencia y bondad del ajuste del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental: Método de regresiones aparentemente no relacionadas	60
Gráfico N° 17: Modelos resultantes de la Curva de Kuznets Ambiental: Método de regresiones aparentemente no relacionadas	62

Resumen

Durante las últimas décadas, el debate de la relación entre crecimiento económico y el medio ambiente se ha intensificado a nivel teórico y mediante aplicaciones empíricas en diversas partes del mundo. Este controversial tema ha implicado la generación de diversas posturas y una de estas es la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Dicha hipótesis, señala que el crecimiento en un inicio genera impactos negativos en el medio ambiente; pero en el largo plazo, una vez alcanzado cierto nivel de ingreso, éste comienza a incidir positivamente en el medio ambiente.

El tema planteado en este estudio es una aplicación de distintos modelos econométricos para comprobar la existencia o no de la CKA para el caso de América Latina y el Caribe. Para ello, se realizaron regresiones no paramétricas, análisis de datos de panel, modelos de series de tiempo y regresiones aparentemente no relacionadas (SUR).

Para construir los modelos se planteó una ecuación en forma reducida en base a un concepto determinista del ingreso, utilizando el PIB per cápita (PIBp) como variable de crecimiento económico y las emisiones de 6 contaminantes (CO, CO₂, HC, NO_x, PAR y SO₂) como indicadores de degradación ambiental, para un panel de 23 países entre el periodo 1970-2008.

Las principales conclusiones obtenidas fueron que a nivel regional existe la presencia de una CKA para las emisiones de CO y el HC, aunque sus resultados están por fuera de la realidad, debido a que los niveles de PIB per cápita óptimos (PIBp*) son inalcanzables para ciertos países; por tanto, se pone en duda la existencia de una CKA generalizable para un grupo de países y aún más cuando estos son tan heterogéneos. A nivel específico por países, si bien se evidencia una relación ingreso-contaminante econométricamente válida, la mayoría de modelos eficientes no presentan la gráfica típica de la CKA en forma de U invertida. Por tanto, si bien no se descarta la existencia de la CKA para algunos pocos países, se acepta que es posible encontrar otro tipo de relaciones económico-ambiental dependiendo de la especificidad de cada país.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Justificación de la investigación

Si bien es cierto, que el más simple concepto de economía, señala que es una ciencia que estudia la forma en que la sociedad maneja sus recursos escasos para satisfacer las necesidades ilimitadas de su población; esta concepción ha sido en la mayoría de las ocasiones mal interpretada, generando una sobreexplotación de recursos naturales y una degradación ambiental.

La actividad productiva, extractiva y consumista de la sociedad, durante siglos, dejó de considerar que vivir en un ambiente sano es una necesidad indispensable para los individuos. En los últimos años, muchos esfuerzos teóricos y empíricos se han realizado por todo el planeta para invertir esta idea errónea de la economía, de que se deben satisfacer las necesidades de forma ilimitada, sin tener presente los efectos nocivos al medio ambiente. Prueba de ello es la cuantiosa proliferación de informes ambientales y ecológicos¹, cumbres del planeta², o posiciones ideológicas adoptadas³.

Por otra parte, también hay que considerar, que si bien el crecimiento económico estaba contrariado con el medio ambiente, existe evidencia empírica que señala que también ese crecimiento, alcanzando un cierto umbral o nivel de renta per cápita, puede revelar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman-Krueger, 1991; Shafik, 1994; Selden-Song, 1994, Grossman-Krueger, 1995; Panayotou, 1997). Sin embargo, la mayoría de estudios fueron realizados a nivel mundial y posteriormente se centraron en ámbitos más específicos como regiones (Panayotou, 1993 y Shafik, 1994 para la OECD; y, Capó, 2009 para la Unión Europea) y países desarrollados (Gallet-List, 1999 para Estados Unidos; Roca-Padilla, 2002 para España; Haisheng-Jia-Yongzhang-Shugong, 2005 y Jiang-Lin-Zhuang, 2008 para China; He-Richard, 2009 para Canadá; Burnett, 2009 para Estados Unidos; Iwata, et al., 2009 para Francia; y, Marín-Mazzanti y Ciriaci-Palma, 2009 para Italia). Más escasos

¹ Informe Brutdland (1987) e Informe Meadows (1972).

² Cumbre de la Tierra en Río (1992) y Johannesburgo (2002)

³ Economía Ambiental, De Los Recursos Naturales y Ecológica.

fueron los estudios realizados específicamente para América Latina y el Caribe. En este sentido cabe mencionar los estudios de Bhattarai-Hammig y Saravia, 2002 para América Latina; Correa-Vasco-Pérez, 2005 para Colombia; y, Lipford-Yandle, 2009 para México.

Desde principios de la década de los 90 del siglo pasado, el análisis de las relaciones existentes entre el crecimiento económico y las presiones ambientales, se ha visto influido por la que se conoce como la hipótesis de la CKA o relación en forma de U invertida entre ambas variables. En América Latina y el Caribe, a más de identificarse un incremento positivo en sus variables económicas durante los últimos años se ha intensificado la preocupación por el medio ambiente con resultados no muy claros sobre la reducción de la contaminación. Adicionalmente, tampoco se puede tener certeza hasta que niveles de crecimiento ha aumentado el nivel de degradación.

En muchos países latinoamericanos⁴, ya se ha incorporado el tema ambiental dentro de las preocupaciones económicas del Estado, principalmente al considerar las funciones económicas que brinda el medio ambiente a la sociedad (proveedor de recursos, asimilador de residuos, generador de utilidad y sostén de vida). Sin embargo, los esfuerzos son aún limitados dados los escasos recursos monetarios de los que disponen. Por lo tanto, es necesario observar la dinámica económica ambiental en América Latina y el Caribe, con el fin de verificar si existe o no una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental. Así mismo, es importante observar en caso de existir dicha relación, si la degradación ambiental aumentó en las primeras fases de crecimiento, y disminuyó o está por disminuir a partir de un cierto nivel de renta. El mismo modelo en sí, señalará si el mismo crecimiento económico, por sí solo es o no la respuesta para los problemas medioambientales.

Frente a esto, verificar la existencia de la CKA en esta región y posteriormente identificar su forma funcional es de suma importancia, pues va a facilitar la determinación del punto de inflexión del modelo. De encontrarse este punto, el análisis permitiría incorporar, programar y priorizar políticas ambientales adecuadas, con una orientación clara de sustentabilidad en el marco del desarrollo económico. En caso de no existir una relación significativa entre las variables propuestas, este estudio se

⁴ Por facilidad al decir países latinoamericanos nos referiremos a los 23 países en estudio.

sumaría como un aporte crítico al modelo de la CKA.

En este marco, la presente tesis busca responder a la siguiente pregunta *¿De qué manera influye el crecimiento del PIB per cápita de los países de América Latina y el Caribe⁵, en la degradación del medio ambiente, tomando como indicador las emisiones de contaminantes, sustentado en el modelo de la CKA entre el periodo 1970-2008?*.

En este sentido, el objetivo general de la investigación es *“Establecer la existencia de una relación entre crecimiento económico y degradación del medio ambiente en la región y los países que la componen, sustentada en el modelo de la CKA entre el periodo 1970-2008”*.

Por lo que la hipótesis a comprobar es *“En América Latina y el Caribe, el crecimiento económico basado en el indicador PIB per cápita influye en la degradación del medio ambiente basado en el indicador emisiones de contaminantes, sustentado en el modelo de la Curva de Kuznets Ambiental entre el periodo 1970-2008”*.

En definitiva, se trata de un estudio que aplica una base teórica con un enfoque neoclásico considerando sus extensiones: la economía ambiental y de los recursos naturales así como una evidencia empírica que busca obtener resultados robustos en un sentido econométrico.

La tesis se estructura de la siguiente manera. El resto del capítulo 1, está dedicado al marco teórico, donde se lleva a cabo un repaso de las principales corrientes del pensamiento económico que han incorporado el medio ambiente como una variable fundamental y la hipótesis teórica de la CKA. En el capítulo 2, se plantea la metodología a ser usada para elaborar el modelo de la CKA. En el capítulo 3, se elabora el modelo empírico y se presentan ciertos resultados. Finalmente, se concluye y se presenta una serie de recomendaciones.

⁵ Se han tomado en cuenta 23 países de la región: Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Evolución de la incorporación del medio ambiente en la teoría económica

...El modo como la investigación científica hace sus preguntas con respecto al mundo natural y humano que aspira a explicar, estará siempre influido por factores sociales, culturales y políticos. Así pues, las actitudes con respecto a la naturaleza y su preservación/conservación variarán a medida que evolucionen la humanidad y la naturaleza (Pearce y Turner, 1990: 32).

En este sentido, de manera frecuente el ser humano y su entorno han estado a lo largo del tiempo coexistiendo de una forma confrontada, radicalizada en dos momentos primordiales de su historia:

El primero, se da en el neolítico con la creación de la agricultura y la domesticación de los animales, donde se captura la energía solar a través de estas actividades. De esta forma, la humanidad logra administrar stocks alimenticios, dejando de depender de los excedentes de producción de los sistemas naturales obtenidos a través de recolecciones; con lo que abandona un nicho más en la biosfera para convertirse en una especie capaz de aumentar constantemente su stock demográfico por encima de cualquier previsión ecológica, siendo capaz de ir aumentando sus consumos *extrasomáticos o exosomáticos*⁶ de energía encaminados a la creación de artificios culturales y no a la supervivencia estricta⁷.

Un segundo momento, se da con el conjunto de transformaciones económicas y sociales ocurridas en el proceso de industrialización (siglos XVIII y XIX). Principalmente, se da por la captura de la energía fósil, puesto que se dejó de depender únicamente del sol a través de las plantas para recurrir a la utilización de un sol fosilizado (carbón mineral y petróleo). De esta manera, se pasa del uso de la maquina al uso del motor (Blanco, 2006).

Ambas revoluciones, generarían un distanciamiento entre el ser humano y su entorno, pues al hombre solo le interesarían aquellos objetos que sean producibles, valorables e intercambiables. Así pues, si se toma la historia del pensamiento económico, se puede enfatizar que desde la época antigua ha existido casi como única

⁶ Fuera del cuerpo o sin relación a él.

⁷ Un paso que supuso la distorsión de las cadenas tróficas y de las pirámides de biomasa con la introducción forzada de excedentes en los sistemas naturales generando un proceso que no estaba previsto en los mecanismos ecológicos.

preocupación, la actividad económica y los elementos que la conforman, sin tomar en cuenta los efectos que ésta podría causar al ambiente.

Esa despreocupación por el medio ambiente, seguiría su curso durante muchos años más. Recuérdese que en el siglo XVI, con los descubrimientos de nuevas tierras y el avance de la navegación, se desarrolla el Mercantilismo, orientado al logro de un excedente de la balanza comercial, mediante el proteccionismo⁸. Luego, el desarrollo de ideas económicas en el siglo XVIII supone el paso al capitalismo industrial⁹, que considera que la riqueza y su aumento se deben a la producción agrícola y el excedente disponible para ser acumulado (Posada y Pimiento, 1997).

En 1776, se estableció el pensamiento económico de una manera más formal con “Adam Smith”¹⁰, dando origen a la economía clásica que se apoya en el poder del mercado para estimular tanto el crecimiento como la innovación, sin considerar los efectos que esto podría causar en el medio ambiente¹¹. A principios y mediados del siglo XIX se generarían los aportes más importantes en el análisis de la influencia de la economía en los recursos naturales bajo la consideración de rendimientos decrecientes en este factor (Ricardo 1812¹²; Malthus, 1798¹³; Mill, 1838¹⁴ y Marx, 1867¹⁵).

Más tarde, en 1870, surge la escuela neoclásica¹⁶; señalando que los precios están en función de la escasez y se los obtiene analizando interactivamente oferta y demanda, donde la intervención estatal se justifica cuando aparecen fallos de mercado. Resultado de esta nueva visión, y a pesar de que los bienes ambientales carecen de precios, se establecen bases para el desarrollo de la economía de los recursos naturales

⁸ En esta época, se centran en el poder económico del Estado y la riqueza de sus recursos, y no en el bienestar de sus ciudadanos y del medio ambiente. En este último, como se trataba de alcanzar una balanza comercial positiva sacrificaron recursos naturales mediante la extracción excesiva de metales preciosos y la expansión agrícola de las tierras cultivables a costa de la reducción de la superficie boscosa.

⁹ Transición que se da a través del radicalismo, el desarrollo del pensamiento económico por el mercantilismo y el sistema fisiocrático.

¹⁰ Esto se da con la publicación de la “Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones”, la cual se basa en la mano invisible, el individualismo racional, la libre competencia y los gobiernos como servicios de vigilancia.

¹¹ Aunque bastante pesimista con respecto a perspectivas de crecimiento a largo plazo, pues lo veía como una fase temporal entre dos posiciones estables de equilibrio, con una posición final de existencia con un nivel de subsistencia inmóvil: el estado estacionario.

¹² A largo plazo el crecimiento económico desaparece por escasez de recursos naturales. Los rendimientos decrecientes no se centran en la escasez absoluta, sino en que la tierra varía de calidad y la sociedad se ve forzada a pasar a tierras cada vez menos productivas.

¹³ La cantidad fija de tierra disponible (escasez absoluta) implica que, a medida que crezca la población, los rendimientos decrecientes reducirían la oferta alimenticia per cápita, con lo que el nivel de vida se forzaría al nivel de subsistencia y la población dejaría de crecer.

¹⁴ Concebía el progreso económico en términos de una carrera entre el cambio técnico y los rendimientos decrecientes agrícolas, pero a diferencia del resto de clásicos veía la lejana perspectiva de un estado estacionario con algún optimismo.

¹⁵ Señala que el capitalismo explotará el ambiente hasta los límites, sosteniendo que el progreso es un proceso de desarrollo natural, inherente a la historia humana, el cual se define en términos de avance material y tecnológico dado por la explotación de la naturaleza.

¹⁶ Basada en el análisis marginal, el teorema del bienestar, el comportamiento racional y la conceptualización paretiana de la eficiencia. Entre los autores marginalistas más destacados se pueden citar: Jean Say, August Cournot, Lauderdale, Long Field, Samuel Bailey, Nassau Senior y Von Thünen.

(Jevons, 1871;¹⁷ Walras, 1874;¹⁸ Pfaundler, 1902;¹⁹ Pigou, 1919;²⁰ Marshall, 1920;²¹ Lotka, 1925²²; Hotelling, 1931;²³ Boulding, 1945;²⁴ y, Coase, 1960²⁵)²⁶.

En la década de 1970, el surgimiento del ambientalismo bajo un enfoque económico (visión neoclásica), se da como alternativa a un paradigma productivista a raíz del boom tecnológico de intensificación en el uso de recursos y factores (capital financiero, mano de obra y tierra) y, a un comportamiento de confort y consumismo acelerado. Esto se evidencia en la crisis petrolera, por la insostenibilidad de un crecimiento económico exponencial a partir de un medio natural limitado. En esta década, “...la contaminación se intensificó y se extendió, lo que elevó la conciencia ecológica en algunos sectores de las sociedades industrializadas, dando lugar a nuevas ideologías ambientalistas, siendo algunas de estas contrarias al crecimiento económico” (Pearce y Turner, 1990: 39).

Es precisamente en esta década, cuando comienzan a ponerse en vigencia estudios sobre la oferta de recursos y la necesidad de incorporar a los conceptos de eficiencia económica, criterios de sostenibilidad del capital natural. Así pues, en 1972 se publica un informe denominado “Los Límites al Crecimiento”, dirigido por Dennis Meadows e impulsado por el Club de Roma y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT); el cual, señala que:

“...el stock de capital industrial crecerá hasta un nivel tal, que se requerirán grandes cantidades de insumos, situación que contribuirá a escasearlos hasta su agotamiento y el incremento derivado en los precios de los recursos obligará a dedicar cada vez más fondos para su adquisición. En estas condiciones, la base industrial acabará por colapsarse, y detrás de ella lo harán los sistemas de servicios y agricultura” (Posada y Pimiento, 1997: ii).

De esta forma, desde la perspectiva económica surgen importantes

¹⁷ Promulga el principio de equimarginalidad y la influencia de la escasez de los recursos en el desarrollo económico.

¹⁸ Promueve la idea de que la escasez de recursos en relación con la demanda determina el precio.

¹⁹ Sostuvo que la capacidad de sustentación terrestre se determina por la disponibilidad de materiales sino por la de energías libres.

²⁰ Incorpora a la contaminación como una externalidad negativa, estableciendo herramientas para determinar el nivel óptimo de los impactos negativos causados por la actividad económica y como alcanzarlo a través de la imposición de un impuesto.

²¹ Se refirió al hecho de que el hombre no puede crear ni destruir la materia o la energía, reconoció la contribución positiva de la naturaleza en la producción e introdujo el concepto de externalidad positiva.

²² Realiza una formulación vinculando a la teoría de la selección natural, la energética; señalando que el problema en la administración de recursos no aparecerá en toda su dimensión hasta que los recursos disponibles sean más escasos

²³ Establece la oportunidad de extracción de un recurso no renovable, mediante un sendero óptimo (regla de Hotelling); considerándose como el primer aporte formal a la economía de los recursos naturales (valoración, contaminación y agotamiento).

²⁴ Señala que a la economía del planeta se la debe tratar como un sistema cerrado.

²⁵ Conceptualiza económicamente la contaminación, señala que el problema de las externalidades está en la falta de definición de los derechos de propiedad, y su precio; donde, la libre negociación entre contaminantes y contaminados conduce a un óptimo social.

²⁶ Posada y Pimiento, 2007: 42-43.

contribuciones. Respecto al modelo de Hotelling, el cual pretende identificar cuál es la pauta óptima de extracción de un recurso natural no renovable durante su vida útil, tomando en cuenta la demanda, la cantidad de reservas disponibles y la tecnología de explotación, Solow (1974) califica las reservas minerales "in situ" como bienes de tenencia competitivos; Dasgupta y Heal (1979) conceptualizan la equidad intergeneracional y discuten sobre la naturaleza del equilibrio de mercado con agotamiento de recursos; y, más tarde, estudios teóricos y empíricos pretenden subsanar eventuales fallas de los primeros modelos extendidos de Hotelling (Pyndick, 1978 y 1982; Livernois y Uhler, 1987; y, Swierzbinski y Mendelsohn, 1989 en Posada y Pimiento, 2007).

Respecto a la sostenibilidad, tratan de enlazar la teoría económica con la equidad intergeneracional, maximizando el valor presente del bienestar futuro (Riley, 1980; Pezzey, 1989; Asheim, 1991; y, Howarth 1992 en Posada y Pimiento, 2007), y manteniendo en el tiempo niveles de bienestar aceptables de acuerdo a la capacidad del ambiente para proporcionar las fuentes de bienestar deseadas, e incluyendo la capacidad de sustitución del capital natural (Hartwick, 1978; Dasgupta y Mitra, 1983; Solow, 1986; Víctor, 1991; y, Atkinson y Pearce, 1993 en Posada y Pimiento, 2007).

En 1987, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, impulsa un estudio denominado "Nuestro Futuro Común" o "Informe Brundtland", centrado en el calentamiento global, los peligros que corre la capa de ozono, la desertificación y la declinación de la biodiversidad; señalando que la tecnología tiene la capacidad de mitigar, renovar y reciclar los recursos naturales (escasez relativa y sustentabilidad débil). En base a este informe, comenzaron a impulsarse esfuerzos globales sobre el medio ambiente como: las Cumbres de la Tierra (Estocolmo, 1972; Río, 1992; Berlín, 1997; Kioto, 1997; Buenos Aires, 1998; Marrakech, 2001; y, Johannesburgo, 2002), el informe "Más Allá de los Límites del Crecimiento"²⁷ (Madrid, 1992), la reunión sobre "Población y Desarrollo" (El Cairo, 1994), la reunión sobre "Pobreza, Población y Desarrollo Económico" (Copenhague, 1995), el Protocolo de Kioto (1997), la Cumbre de Bali (Indonesia, 2007) y la Cumbre de Copenhague (Copenhague, 2009).

²⁷ Con nuevas evidencias sobre el agotamiento de ciertos límites, se llega a la misma conclusión de hace 20 años, según la cual el planeta alcanzaría su frontera de desarrollo físico en el plazo de 100 años, si no cambian las tendencias económicas y de crecimiento de la población. Y advierten que hay que elegir entre el futuro sostenible y el colapso global.

En definitiva, la agudización de los problemas ambientales ha llevado al reconocimiento de la necesidad de hacer cambios en el modelo económico vigente. Esto ha llevado a la consolidación de todos los aportes teóricos para crear alternativas que de alguna manera permitan generar un menor impacto ambiental y una mayor protección ecológica al planeta. De esta manera, se pueden señalar dos tendencias ambientalistas: la economía ambiental y de los recursos naturales (basadas en el informe Brundtland) y, la economía ecológica (basada en el informe Meadows).

La “economía ambiental” y “la economía de los recursos naturales”²⁸ aunque no son lo mismo, se fundamentan teóricamente en la economía neoclásica, basando su análisis en los fallos de mercado y la internalización de las externalidades. Sin embargo, difieren específicamente en que la primera se centra en modelos de gestión de recursos naturales (derechos de propiedad); y, la segunda, en las teorías del capital, basados en el estudio e identificación de la senda óptima de explotación de recursos renovables y no renovables. Algunos de los postulados de estas visiones son: la sustentabilidad débil, la escasez relativa, la conservación, la visión de un flujo circular cerrado del ingreso, el valor instrumental de la naturaleza y el tecnocentrismo.

Por su parte, la “economía ecológica”²⁹ procura subsanar la escasa atención que los neoclásicos habían prestado al incremento exponencial de los insumos de materias primas tomadas del ambiente y de los desechos que van a parar a éste. Rechazan la posibilidad de que la producción material crezca indefinidamente, acudiendo a explicaciones físicas y termodinámicas de los procesos económicos. Impulsan el reúso, el reciclar y la reparación. Algunos de sus postulados son: la sustentabilidad fuerte, la escasez absoluta, la preservación, el sistema económico como subsistema abierto del medio ambiente global, la presencia en los recursos naturales de valores de uso y no uso y, el ecocentrismo.

En suma, la evolución histórica del ambientalismo en la teoría económica ha tenido un largo proceso de conformación. Frente a esto, los impactos negativos que ha sufrido el medio ambiente, resultado de la actividad económica, pueden ser examinados de mejor forma. De esta manera, el análisis de la degradación ambiental

²⁸ En la sección de líneas de pensamiento del marco teórico se desarrolla más extensamente la posición ambiental y de los recursos naturales.

²⁹ En la sección de líneas de pensamiento del marco teórico se desarrolla más extensamente la posición ecológica.

frente al crecimiento económico, apoyada en el modelo de la CKA, es un aporte importante para este diálogo entre economía y ambiente.

1.2.2. Líneas de pensamiento en la explicación de la Curva de Kuznets Ambiental

Economía neoclásica, ambiental y de los recursos naturales

La economía neoclásica parte del cambio epistemológico de la teoría objetiva del valor a la teoría subjetiva del valor (revolución marginalista)³⁰. De acuerdo al análisis marginal, el consumidor natural que es el *homoeconomicus*, adopta un comportamiento racional y egoísta que define todas sus relaciones. Además, es utilitarista porque cada individuo tiene su propia percepción de cuál es la magnitud en que su necesidad ha sido satisfecha. Por tanto, las decisiones económicas son individuales, donde la búsqueda del interés individual mejorara el bienestar de la sociedad.

Los neoclásicos desarrollan todo su discurso teórico sobre la economía a partir de la teoría del consumidor: comienza con el estudio del consumo y avanza luego al estudio de la producción; así, la utilidad subjetiva determina qué producir, cuánto producir y para quiénes producir (Pacheco, 1998). Esta nueva visión abandona: ... *la teoría del valor trabajo y el precio de un bien dejó de verse como una medida del trabajo en él invertido para comenzar a medirlo en términos de escasez* (Pearce y Turner, 1990: 36). De esta forma, se establece que para un bien dado, el precio de equilibrio del mercado, se da por la interacción de la oferta y la demanda.

El paradigma neoclásico, basa su análisis en el criterio paretiano³¹, donde todo equilibrio competitivo es un óptimo paretiano y bajo ciertas condiciones cualquier óptimo de Pareto es un equilibrio competitivo (Pearce y Turner, 1990). Así pues, “*la economía convencional analiza sobre todo los precios (es pues, fundamentalmente “crematística”³²) y tiene una concepción metafísica de la realidad económica que*

³⁰ Hace referencia al rápido éxito de la aplicación del principio de la utilidad marginal decreciente (década de 1880 y 1890) y su descubrimiento simultáneo e independiente por tres autores sin relación alguna previa: Jevons (británico), Menger (austriaco) y Walras (francés). Alfred Marshall también tenía madura la idea de la utilidad marginal decreciente.

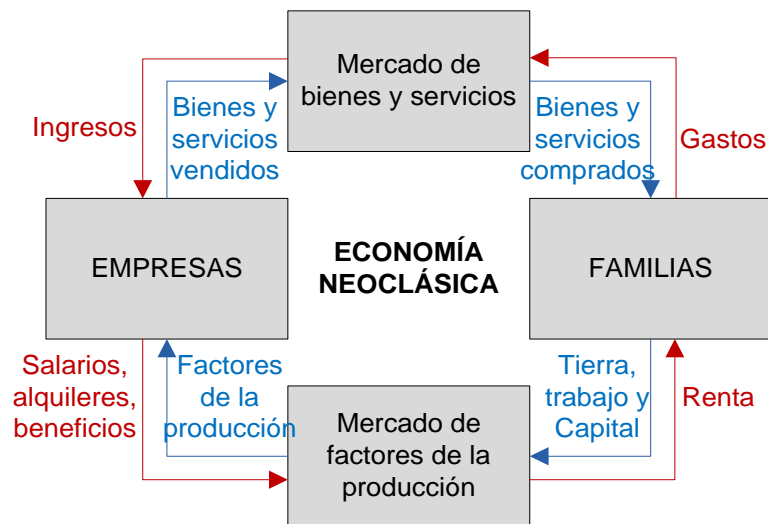
³¹ Una situación de óptimo de Pareto es aquella en que resulta imposible que la situación de un individuo mejore sin que la de otro empeore, donde mejor quiere decir más preferible y peor implica menos preferible.

³² Puede definirse como la rama de la economía relacionada con la manipulación de la propiedad y la riqueza, para maximizar a corto plazo, el valor de cambio monetario para el propietario.

funcionaría como un perpetuum mobile lubricado por el dinero...” (Martínez y Roca, 2001:13).

“La economía ambiental y la economía de los recursos naturales constituyen una especialización de la economía tradicional, o una extensión de esta economía a un nuevo campo de análisis: el medio ambiente” (Van Hauwermeirn, 1999: 78). Es decir, que bajo ciertas condiciones, el sistema de mercado es el eje central y de autoajuste de la economía.

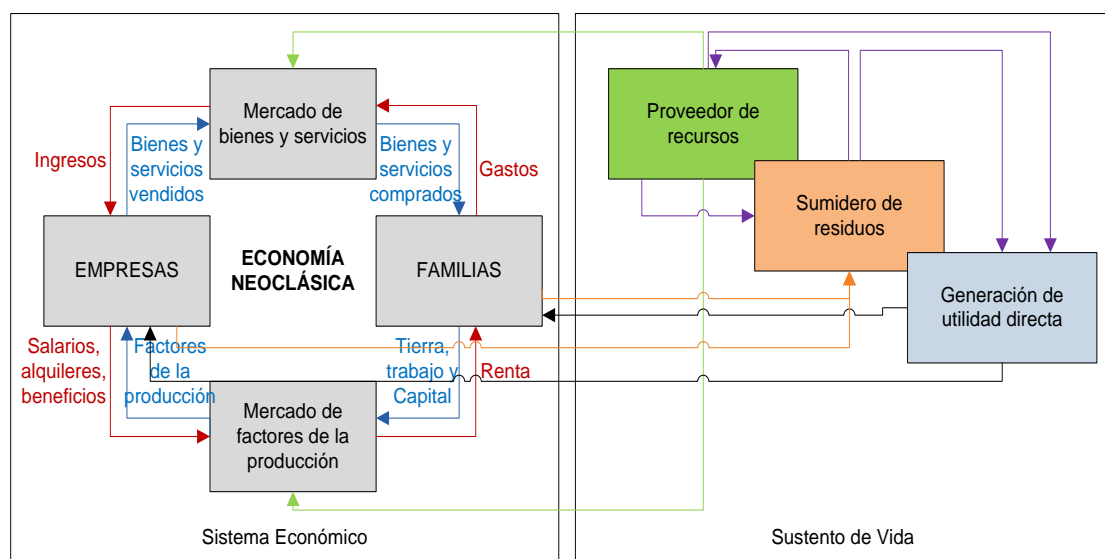
Gráfico N° 1
Sistema cerrado de la economía neoclásica



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Suárez, 2006.

La economía neoclásica o tradicional es un sistema cerrado o circular entre mercados de bienes y servicios, mercados de factores de producción, empresas y familias, relacionados por flujos de bienes y servicios, y flujos monetarios (ver gráfico N° 1). La economía ambiental, simplemente incorpora el medio ambiente al análisis económico, el cual participa cumpliendo funciones económicas tales como la provisión de recursos, la asimilación de residuos, la generación de utilidad directa y el sostén de vida (ver gráfico N° 2). Frente a esto, se deben respetar las leyes de la sustentabilidad y tomar en cuenta la complementariedad y el intercambio, con respecto al nivel de vida y su relación con el capital natural.

Gráfico N° 2
Sistema cerrado de la economía ambiental



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Suárez, 2008.

Es necesario señalar que las reglas de la sustentabilidad se basan en “*usar siempre los recursos renovables de tal modo que el ritmo de extracción (ritmo de uso) no sea mayor que el ritmo de regeneración natural y mantener siempre los flujos de residuos al medio ambiente al mismo nivel, o por debajo, de su capacidad de asimilación*” (Pearce y Turner, 1990: 74); mientras la complementariedad e intercambio buscan “*asegurar que, a medida que mermen los recursos no renovables, la reducción de sus existencias se vea compensada con el aumento de los recursos renovables y hacer posible el mantenimiento de un nivel de vida dado, a partir de unas existencias de recursos en disminución*” (Pearce y Turner, 1990: 75).

De esta forma, el supuesto general sobre el que se asienta la economía ambiental es la sustentabilidad débil, que “*...tiene dos características básicas: la complejidad de funciones que tiene el patrimonio natural, y se suponen enormes posibilidades de sustituir capital natural por capital fabricado*” (Martínez y Roca, 2001: 374). Aquí se destaca el rol de la tecnología, pues ésta minimiza los impactos ambientales, alarga el proceso de vida útil de los recursos y facilita la búsqueda de sustitutos menos contaminantes. Es decir, la tecnología tiene la facultad de revertir, recuperar, renovar, reciclar y reusar los recursos naturales y, mitigar los impactos negativos que se generan al medio ambiente.

Otros supuestos básicos de la economía ambiental son: la escasez relativa de los recursos, la presencia de criterios de optimalidad eficientes y eficaces, el enfoque micro de los análisis individuales por recurso y, la consideración de necesidades presentes y futuras. En suma, lo que busca esta tendencia es la conservación del medio ambiente mediante el uso racional y restringido de los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras, considerando que dichos recursos son sustituibles y limitados.

Hay que tener en cuenta que la economía ambiental considera que la contaminación no debe ser un obstáculo para el crecimiento, mientras que la economía de los recursos naturales considera que la necesidad del uso de recursos naturales, para el crecimiento no debe ser un limitante para este (Van Hauwermeirn, 1999).

Así, cuando la corriente que domina es la economía de los recursos naturales, el estudio de la extracción y el agotamiento de los recursos naturales no renovables y el manejo de los recursos renovables se convierte en una prioridad. Mientras que cuando el dominio es de la economía ambiental, se estudia la contaminación resultante de la inyección de desperdicios de la economía en la naturaleza; simplemente hay que internalizar en los precios, costos externos, mediante impuestos o definiendo derechos de propiedad (Van Hauwermeirn, 1999).

La economía ambiental como se observó en los supuestos de la economía convencional, se aproxima mucho más en sus análisis a la “*crematística*” que a la “*oikonomía*”³³ a diferencia de la economía ecológica.

Los principales instrumentos y herramientas utilizados en la economía ambiental son: el manejo de incentivos económicos (impuestos, subvenciones y permisos), métodos de valoración de los recursos naturales (costo de desplazamiento, valoración participación / unidad día, precios hedónicos, valoración contingente, transferencia de beneficios, etc.), análisis costo-beneficio para la toma de decisiones y la internalización de externalidades para el establecimiento de niveles óptimos de contaminación con criterios de mercado (Pearce y Turner, 1990).

³³ Puede definirse, como la administración del hogar, con el fin de incrementar a largo plazo, el valor de uso para todos los miembros de la familia.

...Existen distintas posturas [...] hacia el tema de los recursos naturales que la ciencia económica había ido dejando de lado desde los fisiócratas. Estas [...] están representadas por distintos economistas como: Hotelling (1931), que extiende la mecánica maximizadora del equilibrio walrasiano para fijar los precios al consumo de los recursos naturales agotables haciendo intervenir hipótesis relativas a las preferencias de las diversas generaciones. Pigou (1920) trata de corregir los fallos o imperfecciones del mercado evaluando los costes o beneficios sociales y cargándolos a los costes privados de las empresas mediante impuestos o subsidios, o introduciendo ciertos retoques en los agregados de la Contabilidad Nacional. Coase (1960) analiza las condiciones necesarias para que el mercado internalice estas externalidades negativas y propone correcciones en el marco institucional para que tal cosa ocurra, facilitando la apropiación y valoración de los recursos naturales sujetos a deterioro (Blanco, 2006: 63).

La economía ambiental está sustentada en la ideología tecnocéntrica, la cual indica que las personas están separadas del medio natural, pues el medio natural tiene un valor de uso para las personas, en última instancia las personas controlan el medio natural. Frente a esto, se sostiene que las personas poseen capacidades excepcionales que les permite idear respuestas tecnológicas nuevas a los problemas ambientales. Esta visión general considera “...las posturas que comparten una ética antropocéntrica. Para ellas, lo que confiere valor a las cosas, incluido el medio ambiente, es su relación con el ser humano: las cosas tienen valor en tanto y cuanto, y en la medida en que se lo dan las personas” (Azqueta, 1994: 12). Esto se define como el valor instrumental de la naturaleza³⁴.

La teoría neoclásica, ambiental y de los recursos naturales tiene una gran importancia para esta investigación, por ser el sustento teórico para verificar el cumplimiento del modelo de CKA, por considerar que no es limitante la degradación ambiental y la explotación de los recursos naturales para el crecimiento económico.

Economía ecológica³⁵

Este nuevo enfoque surge como una crítica a la economía convencional, y se basa en las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto de

³⁴ Se puede distinguir dos visiones básicas del mundo: la visión Extrema Cornucopia y la visión Acomodativa: La primera, se basa en una posición de explotación de recursos orientada hacia el crecimiento, basado en la ética de crecimiento económico en términos de valor material y la maximización del Producto Nacional Bruto (PNB), fundamentado mediante mecanismos de libre mercado o planificación centralizada (dependiendo de la ideología pública dominante) en conjunción con la innovación tecnológica, las cuales asegurarán posibilidades de sustitución infinitas capaces de mitigar la escasez de recursos a largo plazo. La segunda, se basa en una posición conservadora y de gestión de los recursos, la cual sostenía que la sustitución infinita no se consideraba realista, pero, el crecimiento sustentable es una opción realizable en tanto que se cumplan determinadas normas de gestión de recursos (por ejemplo gestión de utilidades sustentables de los recursos renovables) (Pearce y Turner, 1990: 41).

³⁵ Sus principales defensores son: Kenneth Boulding (1966), Nicolás Georgescu Roegen (1971), Robert Heilbroner (1974) y, Daly, Erlich, Naredo y Martínez Alier (actualmente).

los sistemas físico y social, donde el planeta es un sistema abierto a la entrada de energía solar. Según esta teoría, la economía está sujeta a entradas de energía y materiales; así como, a la producción de residuos (calor disipado o energía degradada y residuos materiales)³⁶. Por ese motivo, busca contabilizar los flujos de energía y los ciclos de materiales y, analizar las discrepancias entre el tiempo económico y biogeoquímico. Así pues, la economía ecológica tiene como objetivo lograr la sustentabilidad ecológica de la economía, sin recurrir a un solo tipo de valor expresado en un único numerario, trascendiendo al incluir también la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana (Martínez y Roca, 2001).

La economía ecológica, siendo de una visión sistemática y transdisciplinaria, señala que la actividad económica está centrada en la utilización de los ecosistemas (incluyendo a los seres humanos), donde gran parte del patrimonio natural no es sustituible por el capital fabricado. Propone como alternativa medir la sustentabilidad ecológica mediante indicadores biofísicos en vez de los indicadores económicos generalmente utilizados. Por ese motivo, se deben incluir en el análisis las leyes de la termodinámica³⁷, “*la imposibilidad de generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas*” y “*la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos, más de lo que se puede considerar como su rendimiento sustentable o renovable*” (Van Hauwermeirn, 1999: 75).

Frente a esto se recomienda, usar los recursos renovables a una tasa que no exceda a la de renovación, usar los recursos agotables a una tasa que no supere a la de sustitución (por recursos renovables), generar residuos en la cantidad que el ecosistema sea capaz de asimilar o reciclar y, preservar la diversidad biológica. Por todo ello, cuestiona los factores económicos, sociales e institucionales que son la base de los problemas ambientales (Van Hauwermeirn, 1999).

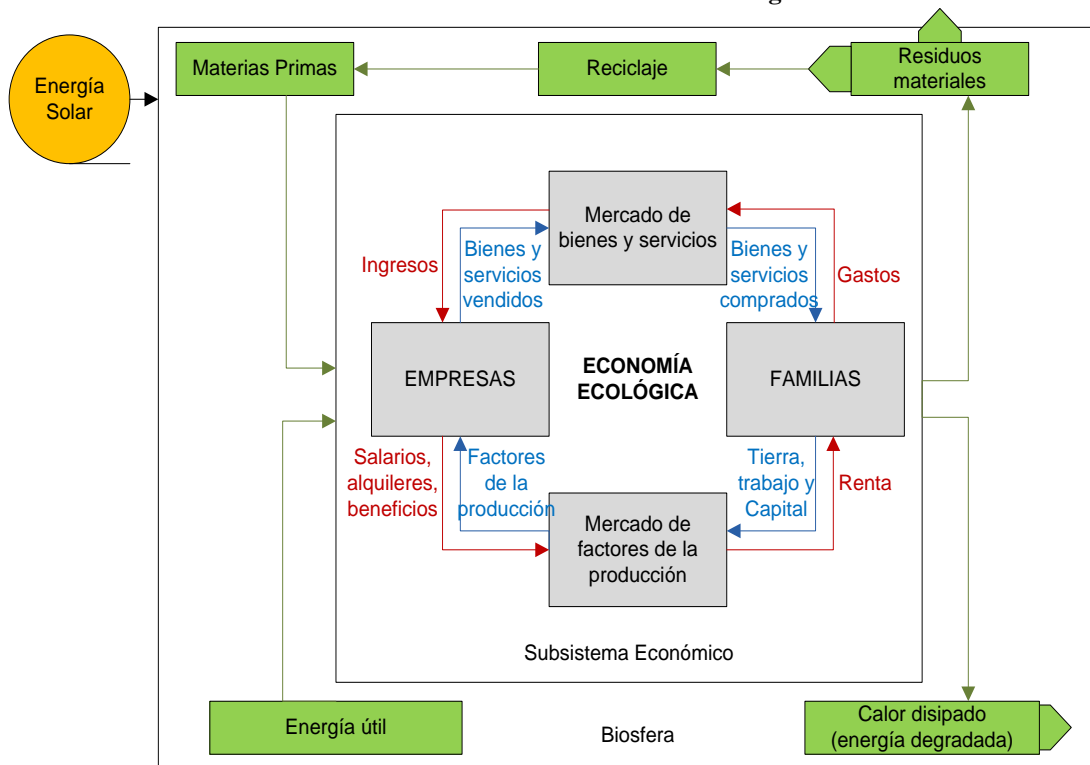
La economía como subsistema abierto dentro de la biosfera, exige para su funcionamiento un suministro adecuado de energía y materiales, la capacidad de la biosfera de absorber desechos y el mantenimiento de la biodiversidad. En este sentido,

³⁶ Mediante el reciclaje (por el mercado y por la naturaleza) estos, pueden volver a ser parcialmente utilizados.

³⁷ La primera ley o postulado de la termodinámica (ciencia de la energía y de sus transformaciones), enunciado en 1840, dice que la energía se conserva; por tanto, la energía del petróleo (o del carbón, o del gas) quemado no se pierde sino que se transforma en carbón disipado. Este es incapaz ya de proporcionar energía de movimiento (segunda ley de la Termodinámica), enunciada en 1850.

existe una descripción física de la economía en la que se hace una clara distinción entre producción y extracción, puesto que el tiempo económico para extraer y agotar recursos es muy diferente al tiempo biológico necesario para producirlos (Van Hauwermeirn, 1999).

Gráfico N° 3
Subsistema abierto de la economía ecológica



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Suárez, 2006.

Esta posición interpreta la actividad económica y la gestión ecológica como un proceso que estudia la coevolución de las especies y de las variedades agrícolas con los seres humanos. Donde, el sistema socioeconómico no solo modifique los sistemas biológicos, sino que también se adapte a los cambios de este último, lo que implica crear nuevas instituciones, leyes, reglas y normas sociales de comportamiento (Van Hauwermeirn, 1999).

El objetivo primario macro de la economía ecológica es la sustentabilidad del sistema ecológico y económico. Mientras que el objetivo primario micro considera que los objetivos de la economía convencional (maximizar ganancias y utilidades) y de la ecología convencional (aumentar al máximo el éxito reproductivo) deben ser ajustados

para reflejar los objetivos del sistema. Así pues lo que se busca es ecologizar la economía y economizar la ecología, tomando en cuenta los conflictos distributivos inter e intrageneracionales.

Finalmente, se debe señalar que esta economía se sustenta de la ideología ecocéntrica, la cual señala que las personas forman parte del medio natural, por lo que tienen el deber de custodiar el medio ambiente (en última instancia las leyes naturales ponen límites a las personas). Por tanto, incorpora el valor intrínseco de la naturaleza, que se refiere a que la naturaleza no humana tiene un valor inherente, posee derechos morales y naturales, sin la necesidad de que algo o alguien se los otorgue (Azqueta, 1994)³⁸.

En definitiva, la economía ecológica, contraria a la economía ambiental, crítica algunos de los postulados en los que se basa la construcción de la CKA, en el cual no se puede sacrificar el medio ambiente, esperando que luego el mismo crecimiento económico vaya a revertir los efectos ambientales (existen problemas de reversibilidad). En este sentido, esta escuela sería el sustento teórico del no cumplimiento de la CKA en caso de que no se llegue a determinar el modelo.

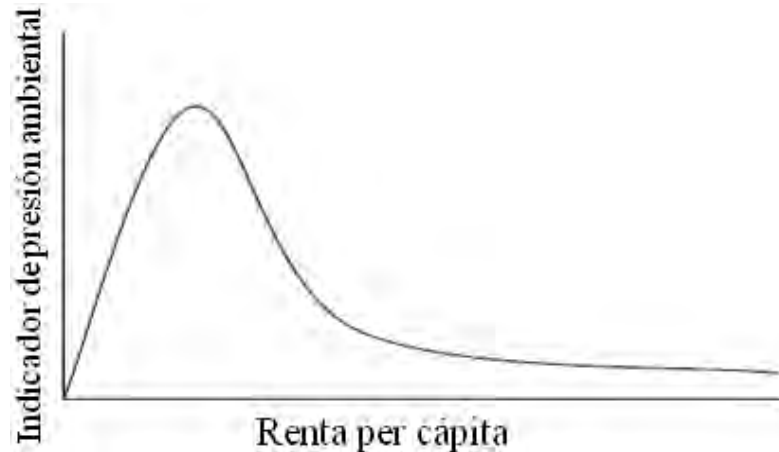
1.2.3. Modelo de la Curva de Kuznets Ambiental

En 1941, Simón Kuznets (1901-1985), premio Nobel de Economía (1971), formuló una teoría para explicar la evolución de la distribución del ingreso a través del crecimiento económico. Sus análisis y estudios se concentraron en contrastar dicho crecimiento con la teoría Keynesiana del ahorro mediante elementos estadísticos y econométricos. Kuznets planteó que al inicio del proceso de desarrollo, las economías presentan una distribución del ingreso bastante equitativa; pero que, a medida que incrementa su ingreso per cápita, esta relación comienza a deteriorarse hasta alcanzar un nivel máximo de desigualdad. A partir de ese máximo y su correspondiente renta per cápita para alcanzarlo, la equidad comienza a mejorar. Es así, que en 1955, el

³⁸De acuerdo a esto se derivan dos visiones: La visión comunalista, es una posición de preservación de los recursos, en la cual se requieren limitaciones macroambientales preventivas a causa de límites físicos y sociales. En donde, es necesario un sistema socioeconómico descentralizado para la sustentabilidad. Aquí consideran tanto el valor instrumental como el intrínseco. La visión de la Ecología Profunda, es una posición de preservación extrema, en la cual se considera un sistema socioeconómico con un gasto mínimo de recursos (agricultura orgánica y desindustrialización). Además, se da una aceptación de la bioética (esto es, pensamiento ético no convencional que confiere derechos morales o intereses a especies no humanas) y se considera solo el valor intrínseco de la naturaleza (Pearce y Turner, 1990: 41).

economista Simon Kuznets formula la hipótesis de la Curva de Kuznets (CK) (Cuevas, 2006).

Gráfico N° 4
Curva de Kuznets Ambiental



Fuente: Roca y Padilla, 2003: 75.
Elaborado por: Roca y Padilla, 2003: 75.

El Banco Mundial en un informe sobre el desarrollo realizado en 1992, extrapoló la relación entre la desigualdad de la población y el crecimiento económico al ámbito ambiental. Este análisis trajo consigo la conclusión de que el medio ambiente puede ser influido por los incrementos en el ingreso de los países. En base a esto, en las primeras etapas del desarrollo de un país, el crecimiento económico era perjudicial para el medio ambiente hasta que este alcance un cierto nivel de ingreso per cápita, que le permita revertir esa tendencia, con lo cual el crecimiento económico estaría aportando positivamente al medio ambiente. Es así que gráficamente se observó una relación en forma de U invertida y fue Panayotou (1993) por su similitud con la relación de Kuznets de 1955 el primero en utilizar el término (Cuevas, 2006).

Frente a la relación existente entre degradación ambiental y crecimiento económico, hay que señalar que teórica y empíricamente, existen efectos explicativos de la CKA tanto en el corto, como en el mediano y largo plazo.

En el corto plazo, pueden darse tres efectos: El *efecto escala*, señala que el incremento en la escala de producción, sin alterar la estructura de ésta, genera un mayor empleo de materias primas, las cuales contaminan el medio ambiente, aumentando la degradación ambiental. El *efecto ingreso*, señala que un aumento en los

niveles de ingreso per cápita llevan a una mayor demanda de recursos naturales y por tanto a una mayor degradación ambiental³⁹. El *efecto precio*, señala que el crecimiento económico, basado en el PIB per cápita (PIBp), depende de la variación de los precios internacionales y de la producción, por lo que una disminución en el primero, para contrarrestar una eventual caída en el PIBp, puede incidir en un aumento del segundo, causando una sobreexplotación de recursos naturales y esta a su vez generando contaminación en el medio ambiente (Marín y Ladino, 2003).

En el largo plazo, pueden darse cuatro efectos: El *efecto composición*, señala que un país impulsa su crecimiento económico, basándose primero en el sector primario, luego en el industrial, para después pasar al de servicios, generando un proceso de disminución de la contaminación (Gitli y Hernández, 2002). El *efecto desplazamiento*, se refiere a que un país después de alcanzar cierto crecimiento deja de exportar sus recursos primarios y manufacturados, para exportar conocimiento y servicios (Gitli y Hernández, 2002). El *efecto tecnológico*, implica que la tecnología mediante procesos de producción eficientes genera menor contaminación (Marín y Ladino, 2003). Finalmente, el *efecto de las regulaciones ambientales*, hace alusión a que una normativa adecuada y su aplicación generan beneficios en el medio ambiente (Gitli y Hernández, 2002).

Tomando en cuenta la CKA y los efectos señalados, se presenta una versión de la ecuación propuesta por Gitli y Hernández (2002) denominada modelo nuclear o en forma reducida, que ha sido planteada en distintos estudios empíricos sobre la CKA:

$$f(EC_{it}) = \beta_0 + \beta_1 g_1(Y_{it}) + \beta_2 g_2(Y_{it}^2) + \beta_3 g_3(Y_{it}^3) + \beta_4 g_4(Y_{it-n}^2) + \beta_5 B + \beta_6 t + U_{it} \quad (1.1)$$

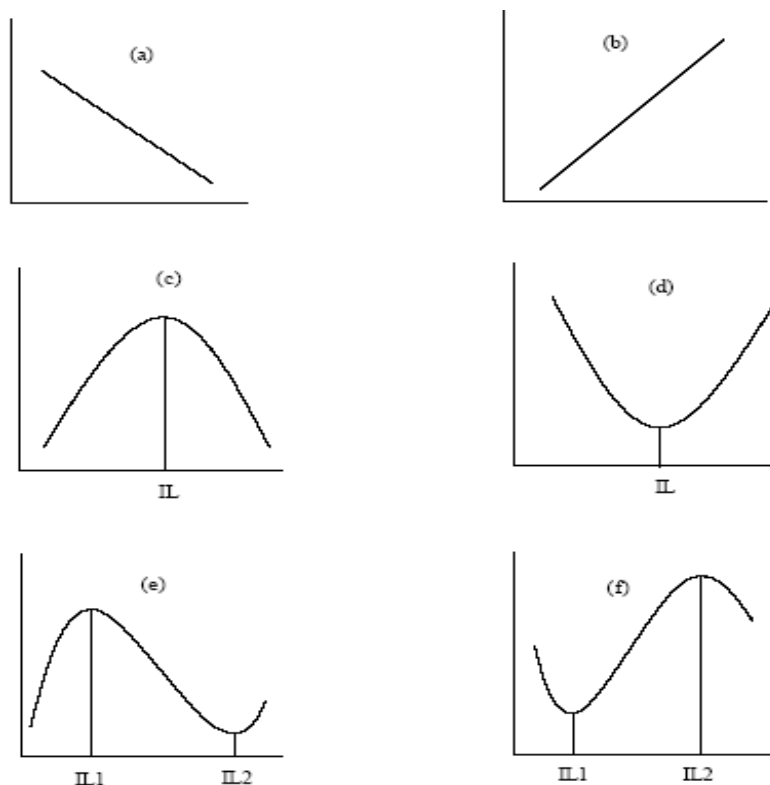
donde, EC_{it} es el indicador ambiental para el país i en el período t ; Y_{it} es el indicador de crecimiento económico para el país i en el período t ; Y_{it-n}^2 es el ingreso per cápita al nivel o polinomial para el país i en el período t con n rezagos; B es un vector de otras variables explicativas (demográficas, dummy, etc.); t es el tiempo; U_{it} es el término de error; y, $f(\cdot)$ y $g(\cdot)$ son formas funcionales (lineales, logarítmicas, etc.).

En base a la ecuación anterior, las distintas formas de relación entre el medio

³⁹ Este efecto ingreso posee una connotación relacionada con el llamado efecto escala y efecto composición.

ambiente y el ingreso son las siguientes (De Bruyn, 1998):

Gráfico N° 5
Posibles formas que puede tomar la relación
entre la degradación ambiental y el crecimiento económico⁴⁰



Fuente: Gitli y Hernández, 2002: 13.
Elaborado por: Ekins, 2000: 186.

Como se puede ver, la forma que toma la relación entre degradación ambiental y crecimiento económico depende de los coeficientes de la ecuación. Así pues se pueden observar los siguientes casos:

- a) Relación inversa: Si $\beta_1 < 0$ y $\beta_2 = \beta_3 = 0$, entonces existe una relación lineal monótona decreciente, la cual señala que el ingreso está asociado a niveles de emisiones decrecientes.
- b) Relación directa: Si $\beta_1 > 0$ y $\beta_2 = \beta_3 = 0$, entonces existe una relación lineal monótona creciente, la cual señala que el ingreso está asociado a crecientes niveles de emisiones.

⁴⁰ IL = Ingreso límite. Nivel de ingreso en el que la pendiente de la curva cambia de signo, donde la derivada es igual a cero, es decir, este nivel marca un punto de inflexión en la curva.

- c) Relación de U invertida: Si $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ y $\beta_3 = 0$, entonces existe una relación cuadrática que representa la CKA; es decir, que el deterioro ambiental crece con el ingreso hasta cierto punto a partir del cual comienza a disminuir.
- d) Relación de U abierta: Si $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ y $\beta_3 = 0$, implica una relación cuadrática en forma de U; la cual, señala que el deterioro ambiental disminuye con el ingreso hasta cierto punto después del cual comienza a crecer.
- e) Relación en forma de N: Si $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ y $\beta_3 > 0$, existe una relación cúbica polinomial representando la forma de N; es decir, que el deterioro ambiental crece con el ingreso hasta cierto punto a partir del cual comienza a disminuir, pero en determinado punto comienza a aumentar nuevamente.
- f) Relación en forma opuesta de N: Si $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ y $\beta_3 > 0$, existe una relación cúbica polinomial opuesta a la curva en forma de N; es decir, que el deterioro ambiental primero disminuye con el crecimiento hasta cierto punto a partir del cual crece. Sin embargo, después de cierto nivel nuevamente el deterioro comienza a disminuir.

Un elemento fundamental para sustentar teóricamente el modelo de la CKA es visualizar la existencia o no de una relación entre el ser humano y no humano, lo que a su vez nos muestra las relaciones entre la economía tradicional, la economía ambiental, la economía de los recursos naturales y la economía ecológica. Así pues, obsérvese la siguiente tabla:

Gráfico N° 6
Relaciones entre la economía tradicional, la ecológica, la ambiental y la de los recursos naturales

A Desde	Sector humano	Sector no humano
Sector humano	Economía	Economía ambiental
Sector no humano	Economía de los recursos naturales	Ecología

Fuente: Van Hauwermeirn, 1999: 82; en Daly, 1992; en Schatan 1991.

El modelo de la CKA que se sustenta de la relación existente entre crecimiento

económico y el medio ambiente, se asienta por una parte en el sector humano, pues el crecimiento está netamente en función de la actividad del hombre; y, en otra parte, en el sector no humano, pues éste se centra específicamente en la naturaleza⁴¹. Es en este sentido, que el sostén básico de la existencia de la CKA se da cuando se observa una relación cruzada entre el ser humano y el no humano; y no, cuando uno de estos se interrelaciona únicamente entre sí. En este caso, el dominio será de la economía de los recursos naturales y de la economía ambiental, señalando en definitiva que no hay obstáculos para crecer al considerar que, el medio ambiente hasta un cierto nivel es sustituible, pues el capital natural puede ser reemplazado por un nuevo capital creado por el hombre; y, que este tiene la capacidad de ir mitigando los impactos ambientales en cuanto tenga el crecimiento económico adecuado para hacerlo.

⁴¹ Solo para este caso se le considerara al humano como un ser que no forma parte de la naturaleza

CAPITULO II

2. Metodología

2.1. Fuentes de información

2.1.1. Base de datos

Para construir el modelo de la CKA en América Latina y el Caribe y determinar los objetivos establecidos en el presente documento, se usa el Sistema de Información Económica-Energética de la Organización Latinoamericana de Energía (SIEE-OLADE)⁴². Las características de esta base estadística se centran en la información energética, la cual incluye al sector eléctrico y de los hidrocarburos, con un histórico de series de tiempo desde el año 1970 hasta el 2008 y un pronóstico hasta el año 2020⁴³.

Estas series estadísticas se clasifican en dos áreas: la primera que es histórica, actualizada anualmente en base a la información proporcionada por los Ministerios de Energía de los 26 Países Miembros (para este estudio se tomaron 23 países de América Latina y el Caribe⁴⁴, con los que se contaba con información suficiente); la segunda que es la prospectiva, con previsiones hasta el año 2020.

El sistema proporciona un servicio de información de cifras e indicadores sobre las principales variables energéticas y económicas, con el objetivo, de facilitar estudios y análisis de países, grupo de países o sub-regiones; de planificar de manera integral o indicativa la energía; y, de adoptar políticas internas e integrales.

En este contexto, se ha identificado que para determinar la CKA es necesario utilizar las siguientes variables e indicadores para cada uno de los 23 países de América Latina y el Caribe considerados:

⁴² El OLADE impulsó este sistema con apoyo de sus Países Miembros y el financiamiento de la Comisión Europea (CE) a partir del año 1988.

⁴³ Dichas variables pueden desagregarse por país, fuente de energía, actividad energética desempeñada en el proceso y años.

⁴⁴ Se han tomado en cuenta 23 países de la región: Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela.

Variable	Indicador
Degradación Ambiental	1) Emisiones de dióxido de carbono (Gigagramos / 1970-2008) ⁴⁵ 2) Emisiones de monóxido de carbono (Gigagramos / 1970-2008) 3) Emisiones de hidrocarburos (Gigagramos / 1970-2008) 4) Emisiones de óxido de nitrógeno (Gigagramos / 1970-2008) 5) Emisiones de partículas (Gigagramos / 1970-2008) 6) Emisiones de anhídrido sulfuroso (Gigagramos / 1970-2008)
Crecimiento Económico o Nivel Económico	7) PIB en dólares constantes per cápita (1970-2008) 8) PIB per cápita óptimo determinado por el modelo de la CKA (PIBp*)

2.1.2. Definición de las variables

Especificación de la variable económica usada en el modelo

Los modelos de la CK tradicional⁴⁶ y de la CKA establecen que la única variable exógena para representar el crecimiento económico es el PIBp. En este sentido, la CKA basa su modelo en un concepto determinista del ingreso⁴⁷, en donde sugiere que, de modo automático y exclusivamente aumentando el ingreso per cápita (*ceteris paribus*), se logrará una mejor calidad ambiental en el largo plazo, descansando en el supuesto de que los problemas ambientales son reversibles⁴⁸, justificando que hay que crecer para después limpiar la contaminación⁴⁹ (Saravia, 2002). En este sentido, se toma el PIBp en dólares constantes para explicar el modelo, el cual se observa en la siguiente expresión:

$$PIBp_i = \frac{PIB_i}{POB_i} \quad (2.1)$$

Donde $PIBp_i$ es el producto interno bruto real per cápita del año i en dólares por habitante, PIB_i es el producto interno bruto real del año i en dólares y POB_i es población en el año i . De esta manera, este se convierte en un indicador básico del

⁴⁵Tomando en cuenta que 1.000 toneladas métricas es un gigagramo (Gg) se realiza la respectiva conversión para dejar expresado el indicador en esta medida.

⁴⁶Relación distribución del ingreso y crecimiento económico de Simon Kuznets (1955).

⁴⁷Con esto no se quiere decir, que otras variables no afecten a las emisiones de contaminantes; simplemente, se garantiza que solo con el PIB per cápita se puede explicar el modelo. Esto se aclarará más adelante al introducir el término de error en el modelo.

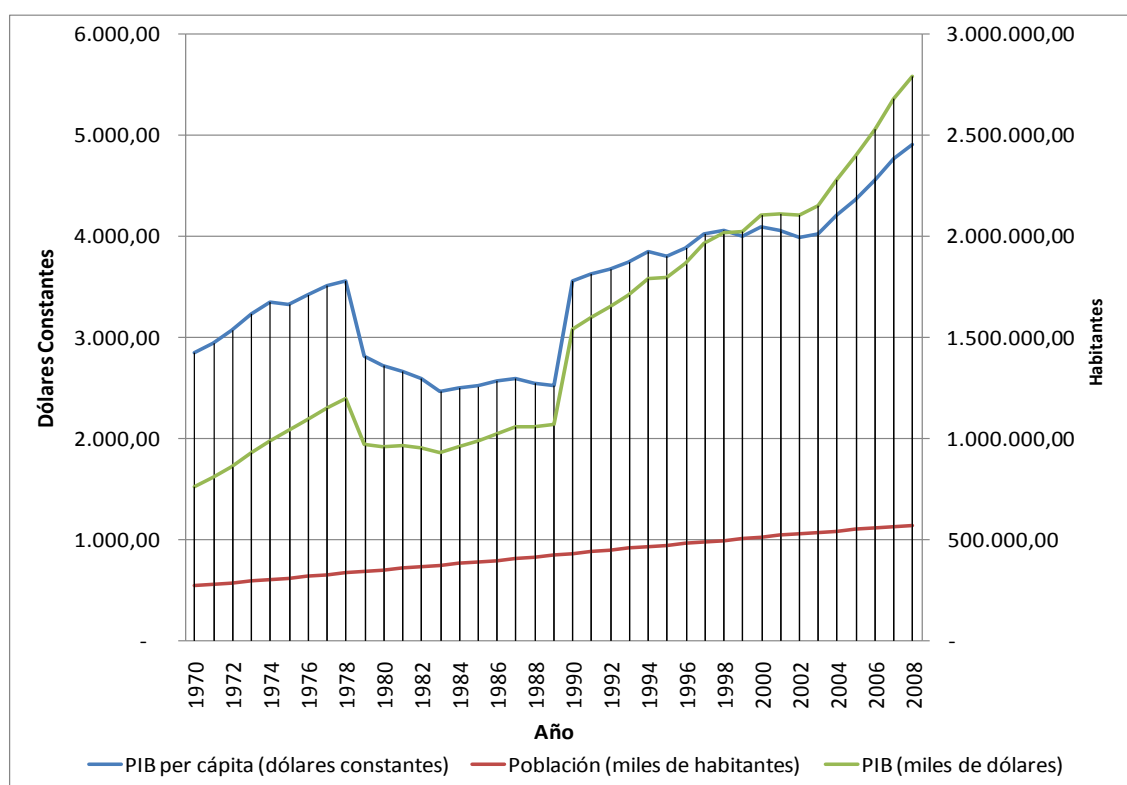
⁴⁸Hay que destacar que si bien algunos estudios demuestran que existe una CKA que revierte la contaminación atmosférica, no hay evidencia contundente para con respecto a la destrucción de la biodiversidad porque la extinción de especies no puede remediarse con un incremento del ingreso per cápita. Aún cuando pueda llevarse a cabo un proceso de reforestación, la extinción de las especies que habitaban en el bosque primario no es un proceso reversible.

⁴⁹De esta manera, se acepta como dada la condición de perfecta sustitución entre los recursos naturales y los bienes de capital, además de la suposición de perfecto funcionamiento del mecanismo de mercado como la fuente más eficiente en la determinación de precios y en la asignación de los recursos de una sociedad.

desarrollo económico de un país o región, ya que refleja la producción de bienes y servicios por unidad de población, que se puede ver también como la contribución individual de los habitantes al desarrollo económico⁵⁰. Aunque no es directamente un indicador de desarrollo sostenible, involucra aspectos importantes de este concepto, como los patrones de consumo de la población y nivel de uso de recursos renovables (OLADE, Guía M-2, 2004).

Para el caso de América Latina y el Caribe, tanto el PIB como el PIBp han experimentado un importante crecimiento en los últimos años, mientras que la población ha venido incrementándose con una tasa de crecimiento relativamente constante (Gráfico N° 7):

Gráfico N° 7
PIB, PIBp y población en América Latina y el Caribe



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: OLADE – SIEE, 2010.

Especificación de las variables ambientales a ser usadas en el modelo

La variable dependiente en el modelo de la CKA se especifica en un indicador

⁵⁰ Se tiene plena conciencia que el PIB per cápita no es el mejor indicador para determinar el desarrollo económico. Sin embargo, todos los modelos econométricos referentes a la CKA, utilizan este indicador como variable independiente.

de degradación ambiental (emisiones de contaminantes) o de sobreexplotación de recursos naturales (deforestación). En este caso, el análisis se centra en las emisiones de gases y partículas, concretamente aquellas producidas por el sector energético. De esta forma, para la determinación del modelo se toman independientemente las emisiones de partículas (PAR), de anhídrido sulfuroso (SO₂), de óxido de nitrógeno (NOX), de hidrocarburos (HC), de monóxido de carbono (CO) y de dióxido de carbono (CO₂).

Para el cálculo del volumen de emisiones de gases de efecto invernadero se utiliza la “Metodología de Tecnologías”, la cual se basa en determinar las emisiones por contaminantes según las actividades energéticas desarrolladas por fuente de energía aprovechada en función de la tecnología⁵¹. Esto consiste en cuantificar a lo largo de las cadenas energéticas, las distintas emisiones producidas, “...desde el aprovechamiento de las energías primarias, pasando por los procesos de transformación, las pérdidas por transporte y distribución, hasta la utilización final de la energía...” (OLADE, Guía M-3, 2004). Así, para el cálculo de dichas emisiones se usa la siguiente expresión:

$$EC = \sum_{ijk} (FE_{ijk} * A_{ijk}) \quad (2.2)$$

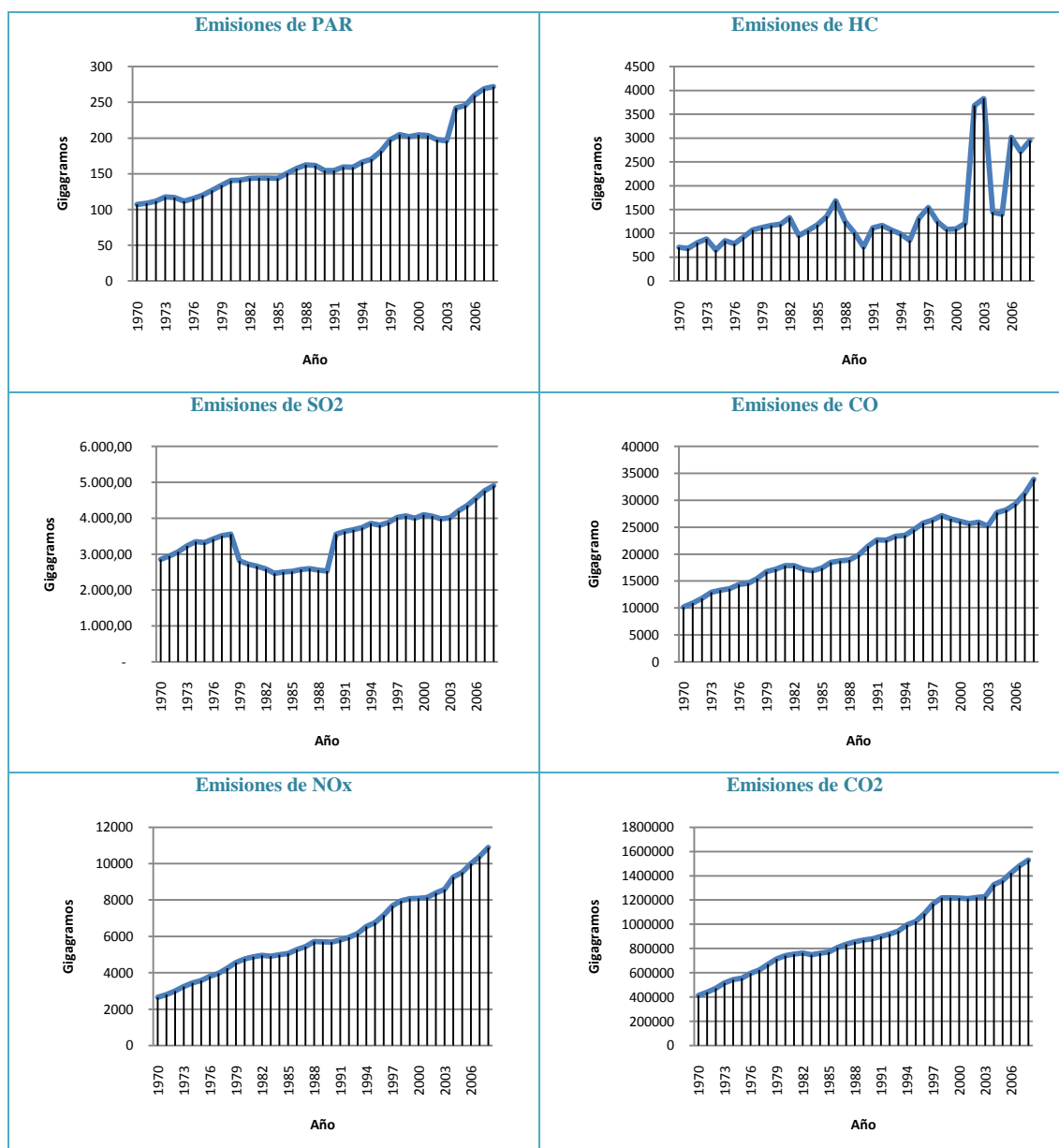
Donde, *EC* se refiere a las emisiones contaminantes en gigagramos, *FE* al factor de emisión⁵², *A* a la actividad de consumo o producción de energía, *i* al tipo de combustible, *j* al sector o actividad y *k* al tipo de tecnología (OLADE, Guía M-3, 2004). Para el caso de América Latina y el Caribe las emisiones señaladas tienen distintas tendencias las cuales se pueden observar en el siguiente gráfico:

⁵¹ Para esto se utiliza los valores de datos fundamentales reportados por los distintos países.

⁵² Los coeficientes de emisión que se sugieren utilizar para el cálculo de las emisiones vienen de distintas bases de datos de las cuales se procede a seleccionar, para cada actividad y combustible, una tecnología representativa. Algunas de estas bases son: Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution, World Health Organization, 1982; Environmental Database, Stockholm Environment Institute, Boston Center; The IIASA CO₂ Technology Data Bank, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria; The Environmental Manual, Oeko Institute – GTZ – The World Bank, Berlin, RFA; Greenhouse Gas Inventory, The Reference Manual, Intergovernmental Panel on Climate Change.

Gráfico N° 8

Emisiones de contaminantes de América Latina y el Caribe (Gg)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: Suárez, 2010.

2.1.3. Evidencia empírica

Los primeros estudios que tratan de validar el modelo de la CKA con las variables anteriormente observadas comienzan en la década de 1990 pudiendo citar entre los más sobresalientes los trabajos de Grossman y Krueger, 1991; Shafik y Bandyopadhyay, 1992; Panayotou, 1993; Selden y Song, 1994; Kaufmann, 1997; y, De Bruyn-Van Den Berg-Opschoor y Hilton-Levinson, 1998. En la primera década del

siglo XXI aparecen estudios con mayor profundidad y con técnicas econométricas cada vez más elaboradas como modelos dinámicos estocásticos o vectores autorregresivos y de corrección de errores (Bousquet-Favard, Kallbekken, Panayoutou, 2000; Dijkgraaf-Vollebergh, Stern-Common, 2001; Dasgupta-Laplante-Wang-Wheeler, 2002; Bertinelli-Strobl y Egli-Steger, 2004; Brännlund-Ghalwash, 2006; Khanna, 2007; Gomes-Braga, 2008; et al. 2009). Hay que destacar que en el año 2009 se ha evidenciado un impresionante incremento en las investigaciones sobre este tema⁵³; aunque, son casi nulos los análisis para el caso de América Latina y el Caribe, pudiendo citar de acuerdo a la información encontrada el estudio de Lipford y Yandle, 2009 para México. En este sentido, a más que se sustenta la vigencia de la discusión que se plantea (Andrade, 2009; Azomahou-Goedhuys-Nguyen, 2009; Burnett, 2009; Ciriaci-Palma, 2009; Figueroa-Pastén, 2009; He-Richard, 2009; Murad-Nurul, 2009; etc.), se aporta al análisis poco existente de la CKA en la región, con una metodología econométricamente válida.

La mayoría de estudios se ha basado en estimaciones de series de tiempo y datos de panel. Sin embargo, dado que el modelo es un panel de datos, y, teniendo en cuenta la naturaleza y objetivos de los estudios de CKA, dos opciones econométricas son las más adecuadas para este análisis, el Cross-section Weights o Datos Transversales (CSW) y Seemingly Unrelated Regression o Regresiones Aparentemente no Relacionadas (SUR). La primera de ellas permite corregir el problema de la heteroscedasticidad, mientras que la segunda, adicionalmente atenúa en gran parte los problemas de correlación contemporánea en los residuos (Saravia, 2002)⁵⁴. En nuestra opinión, el mejor instrumento para determinar y sustentar el modelo de la CKA para América Latina y el Caribe es el método SUR (modelo desarrollado por Arnold Zellner en 1962), puesto que existe la necesidad de modelar y estimar conjuntamente varias ecuaciones que en apariencia no representen simultaneidad entre las mismas (las emisiones de un país con respecto al otro)⁵⁵. Sin embargo, creemos importante mencionar algunos estudios realizados de la CKA con distintas metodologías a fin de resaltar sus principales resultados.

⁵³ Se ha identificado más de 30 papers presentados en este año sobre la CKA.

⁵⁴ Correlación del término de perturbaciones de distintas ecuaciones en un momento del tiempo.

⁵⁵ Hay que señalar que de los pocos estudios realizados para América Latina y el Caribe el realizado por Saravia (2002), señala que los modelos SUR y CSW son adecuados para datos de panel. Sin embargo, en su investigación opta por el método CSW.

Gallet y List (1999) utilizando datos de panel de las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x) entre el periodo 1929-1994 de 50 estados de Estados Unidos; estiman el modelo de regresión de forma reducida. Los resultados empíricos señalan que existe evidencia inicial de una forma funcional tipo U invertida de la relación entre las emisiones per cápita y los ingresos per cápita. Sin embargo, los coeficientes estimados sugieren que los resultados pueden estar estadísticamente sesgados.

Vollebergh y Dijkgraaf (2001) utilizando datos de panel de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) entre el periodo 1960-1997 de 24 países de la OECD; ponen en duda los resultados empíricos basados en estimaciones del panel de la existencia de una U invertida y concluyen que la hipótesis fundamental de la homogeneidad entre los países es problemática. De esta manera, cuestionan la existencia de una CKA para todo un conjunto de países con respecto al CO₂.

Brännlund y Ghalwash (2006) utilizando datos de corte transversal de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), anhídrido sulfuroso (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x) y, la encuesta de presupuesto familiares de los años 1984, 1988 y 1996 de hogares suecos; determina la relación entre contaminación e ingresos, incluyendo la distribución de los ingresos en el análisis. Así señalan, que si la relación contaminación e ingreso individual no es lineal, la contaminación agregada de un país, dependerá tanto de los ingresos promedios como de la distribución del ingreso en la población. En este sentido, plantean un modelo para determinar la elección de consumo de bienes en los diferentes tipos de familia y la vinculación de la demanda con las emisiones de los distintos bienes. En base a esto concluye, de forma teórica que sin la imposición de supuestos muy restrictivos sobre las preferencias y las funciones de emisión, no es posible determinar a priori la pendiente de la relación económica-ambiental; y, de forma empírica que dicha relación tiene una pendiente positiva y es estrictamente cóncava para los contaminantes en estudio, al menos en los sectores de ingreso medio. Además, que la curvatura del modelo difiere por el tipo de hogar y que la distribución del ingreso afectará a las emisiones (más igualdad más emisiones).

Figuroa y Pastén (2009) utilizando datos de panel mediante un modelo de

coeficientes aleatorios de las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂) entre el periodo 1960-1990 de 73 países de alto y bajo ingreso; señalan que existen amplias desigualdades entre el PIBp* de las CKA para los diferentes países. Así pone en duda, que únicamente el ingreso sea realmente el causante de esta relación económica-ambiental (mediante el test de exogeneidad débil y de quiebre estructural); y, que exista un modelo robusto para todos los países, pues puede existir una heterogeneidad en lugar de una estructura común de la CKA. Así concluyen, que existe evidencia de una CKA para un grupo de países homogéneos y desarrollados, para países específicos desarrollados y para países que incorporan procesos de regulación mediante mecanismos de mercado. En unos pocos países miembros de la OCDE y otros desarrollados, la hipótesis de la CKA no se sustenta. En suma, a nivel de países, 17 de los 28 países corroboran la hipótesis.

Marín y Mazzanti (2009) utilizando datos de panel de la Matriz de Contabilidad Nacional de Inclusión de Cuentas Ambientales Italiana (NAMEA) de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y de contaminantes del aire a nivel sectorial como el anhídrido sulfuroso (SO₂) y el óxido de nitrógeno (NO_x), entre el periodo 1990-2006; evidencian de forma empírica la existencia de una relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente. Tomando de referencia la eficiencia de las emisiones (para un modelo CKA) y emisiones totales (para un modelo IPAT⁵⁶), concluyen que: el rendimiento global del CO₂, no es compatible con los objetivos de Kioto; que el SO₂ y el NO_x si bien va en descenso, se ve afectada en algunos sectores por valores atípicos; y, que la pendiente de la curva en el modelo del CO₂ y SO₂ al trazar mediante el método SUR variará dependiendo de los sectores de análisis. De esta manera, la CKA y el IPAT proporcionan en general conclusiones similares.

En resumen, al aplicar las diversas metodologías a varias realidades, se puede llegar a distintos resultados: globales, regionales o por países. Sin embargo, la mayoría de estas de una u otra forma corroboran con la validez de la CKA. Es en base a este esquema, que a lo largo de este estudio se observarán distintas metodologías previas a plantear el modelo SUR.

⁵⁶ El modelo IPAT fue desarrollado por Ehrlich y Holdren a principios de los años sesenta y representa una perspectiva multiplicadora (o desglosada) donde todas las consecuencias del medio ambiente son resultado del tamaño de la población, el nivel de prosperidad o de consumo y producción per cápita y el nivel de tecnología perjudicial para el ambiente.

2.1.4. Metodología econométrica

Las relaciones entre crecimiento económico y las diversas presiones ambientales son, sin duda, complejas. Las economías varían a lo largo del tiempo en cuanto al peso relativo de diversas actividades y en cuanto a las técnicas utilizadas. Por ello, no se puede suponer sin más, que un determinado aumento de escala en la actividad económica tendrá un aumento equivalente en todos y cada uno de los flujos que están en la base de los diferentes problemas ambientales (Roca y Padilla, 2001: 02).

De esta forma, la construcción del modelo de la CKA no solo debe estar respaldada de un análisis teórico, sino también de un análisis econométrico que muestre una relación significativa entre la degradación ambiental y el crecimiento económico tanto a nivel general de la ecuación del modelo como de sus estimadores.

La relación ambiente-ingreso de América Latina y el Caribe demanda el uso de diferentes métodos para plantear el modelo más eficiente que se ajuste a lo que sustenta la hipótesis de la CKA. La econometría, “conjunto de métodos estadísticos inferenciales para el tratamiento cuantitativo de la información económica” (Rosales, et al: 2006: 12), permite especificar el modelo y ver si este es el más adecuado ante los datos en estudio. Esta disciplina puede ser dividida en dos amplios enfoques: el clásico y el bayesiano. Para este estudio el enfoque utilizado es el clásico, tomando en cuenta que por la información disponible es posible realizar un análisis empírico de series de tiempo, de datos de corte transversal y de una combinación mediante datos de panel. En concreto se utilizarán las siguientes metodologías:

- a) Método no paramétrico: Regresión localmente ponderada mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG), con el fin de determinar la forma funcional de la gráfica.
- b) Método paramétrico: Datos de panel por efectos aleatorios mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG). Con ello se pretende comprobar si existe un modelo de curva de Kuznets regional.
- c) Método paramétrico: Cointegración de series de tiempo mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), para determinar modelos CKA por países teniendo en cuenta solo sus variables internas.
- d) Método paramétrico: Modelo de regresiones aparentemente no relacionados mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG), lo cual permite determinar modelos CKA por países, tomando en cuenta sus variables internas y los

efectos de la relación ingreso-contaminante provocados por los demás países de la región.

Regresión localmente ponderada

Cleveland en 1979, presenta una técnica denominada “*locally weighted scatterplot smoother*” (LOWESS) o “*regresiones localmente ponderadas*”⁵⁷. Se trata de un procedimiento no paramétrico que consiste en estimar una regresión en base a una nube de puntos determinados por una relación entre variables $\{X_i, Y_i\}$ para un cierto número de observaciones $i = 1, 2, \dots, n$, mediante la realización de sucesivas estimaciones lineales⁵⁸. En pocas palabras se basa en ajustar modelos de regresión polinómicos locales para estimar cada punto, luego unir las estimaciones y finalmente generar el gráfico no paramétrico.

El objetivo es modelizar una variable dependiente Y_i en función de una variable explicativa X_i , donde X_i es un vector $1 \times p$ de variables exógenas. En tal cuestión, la función que hará posible este tipo de suavización bivariada (suavizadores de diagramas de dispersión) se la denotará con la letra g .

Tomando en cuenta que para dichas regresiones se utiliza sólo un subconjunto de datos, g será una regresión localmente robusta que distribuya los errores para establecer su forma funcional. Este proceso conocido como suavización, consiste en aproximar la función g a la regresión: $Y_i = g(X_i) + \varepsilon_i$; donde, g es la curva de respuesta media, función de ajuste $R^p \rightarrow R$ que no necesita ser paramétrica; y, ε es el error aleatorio, el cual para efectos de hacer inferencia, se asume que se distribuye normalmente con media cero y varianza σ^2 (Acuña, 2008).

Para ponderar g se plantea la regresión lineal: $g(X_i) = \alpha + \beta X_i$ donde la media condicional de Y para un valor dado de X es $g(x) = E(Y/X)$. De esta forma, se logra que bajo un modelo sencillo se ajusten los datos localmente, aproximando la media

⁵⁷ Genéricamente también se la define como “*local regression*” (LOESS) o “*regresiones locales*”.

⁵⁸ Dado que se estima una regresión en cada punto, cuando las muestras son muy grandes, el procedimiento puede llegar a ser muy tedioso (implicaría la estimación de un modelo de regresión por cada observación). Ante esto, generalmente se recurre a un procedimiento especial de muestreo conocido como “*Cleveland subsampling*”, el cual provee un algoritmo que permite evitar los puntos adyacentes o muy cercanos. En la medida que el algoritmo es capaz de seleccionar los puntos más representativos sobre los que se ajusta el modelo, la pérdida de información resulta ser de segundo orden (Bergara y Masoler, 2002: 68).

condicional por un promedio de los valores observados de las Y que están dentro de un área determinada de X (área denominada vecindad). Cada punto seleccionado será estimado por mínimos cuadrados ponderados, considerando únicamente las observaciones cercanas al punto donde se realiza la regresión. Dicha proximidad es definida usando la distancia euclídeana. Estos pasos se repiten para cada observación en el conjunto de los datos y/o para otros puntos dentro del campo de variación de la variable explicativa.

Para esto se necesita seleccionar un parámetro de suavización, estimando el ancho de banda o ventana (*bandwidth*) que encierra los puntos cercanos o vecinos al punto que se quiere estimar, el cual sirve para controlar el grado de ajuste de la función⁵⁹. En base a este proceso se elige una función de ponderación que le dé mayor peso a las observaciones más cercanas y menor peso a las observaciones más alejadas (Servy et al., 2006).

Considerando un punto X_0 , hallamos una vecindad $N(X_0)$ delimitada por aquellas k vecinas más cercanas. Se calcula la brecha existente $\Delta(X_0)$ entre X_0 y el punto más cercano de la vecindad, resultados que se incluyen en la siguiente función para determinar los pesos w_i :

$$W(X_i, X_0) = \left[1 - \left(\frac{|X_i - X_0|}{\Delta(X_0)_{\alpha N}} \right)^3 \right]^3$$

$$\text{siempre_que } |X_i - X_0| < \Delta(X_0)_{\alpha N} \wedge \left(\frac{|X_i - X_0|}{\Delta(X_0)_{\alpha N}} \right) < 1 \text{ _ caso _ contrario _ } w_i = 0$$

Donde, α es el parámetro de suavización ($0 < \alpha < 1$), $|X_i - X_0|$ es el valor absoluto de la distancia respecto a la observación evaluada, αN es la cantidad de observaciones cercanas al punto evaluado que van a ser incluidas en la regresión y $\Delta(X_0)$ es la distancia más pequeña en el rango αN considerado⁶⁰.

Los valores estimados por estas regresiones se grafican en el diagrama de dispersión y se unen produciendo una curva de regresión no paramétrica, a veces

⁵⁹ El programa econométrico STATA 8.1 predetermina un *bandwidth* de 0.8, el cual se asume para el análisis a pesar que si es posible modificarlo, pero en el contexto no varía significativamente.

⁶⁰ Cleveland también propuso que se podría usar las funciones pesos de la regresión robusta para protegerse de la presencia de *outliers*.

llamada curva del “vecino más próximo”⁶¹.

Datos de panel

Los paneles son un conjunto de datos representativos observados con cierta regularidad que contiene información de corte transversal (en este caso por países) y tomadas en un periodo de tiempo (en este caso anualmente). Se expresa generalmente mediante un modelo de regresión de la siguiente forma:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + U_{it} \text{ con } i = 1, \dots, N \text{ y } t = 1, \dots, T \quad (2.3)$$

Donde, i es la unidad de estudio (país), t es la dimensión en el tiempo (año), α_i es un vector de interceptos de n parámetros, β es un vector de k parámetros, X_{it} es la i -ésima observación al momento t para las k variables explicativas, $N \times T$ representa la muestra total de las observaciones en el modelo y U_{it} es el término de error. De este último, al descomponerle, se pueden observar los siguientes efectos:

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2.4)$$

Donde, μ_i representa los efectos no observables que difieren entre las unidades de estudio pero no en el tiempo, δ_t representa los efectos no cuantificables que varían en el tiempo pero no entre las unidades de estudio y ε_{it} se refiere al término de error puramente aleatorio⁶².

Cuando no se dispone de todas las variables de influencia del modelo (por un error de especificación o cualidades inobservables de cada unidad de estudio), el método de MCO estará sesgado pues los residuos no son totalmente independientes de las observaciones de tal forma $Cov(X_{it}, \varepsilon_{it}) \neq 0$. Para solucionar dicho problema se utiliza el modelo de efectos fijos o el modelo de efectos aleatorios.

⁶¹ Para más detalle sobre esta técnica de estimación ver: Cleveland, 1979; Cleveland y Devlin, 1988; Cleveland, Devlin y Grosse, 1988.

⁶² La mayoría de las aplicaciones con datos de panel utilizan el modelo de componentes de error denominado “one way” para el cual $\delta_t = 0$. Las diferentes variantes para este tipo de modelo surgen de los distintos supuestos que se hacen acerca del término μ_i . De esto, pueden presentarse tres posibilidades: 1) Si $\mu_i = 0$, no existe heterogeneidad no observable entre las unidades de estudio. En este caso, U_{it} satisface todos los supuestos del modelo lineal general, por lo que el método de MCO genera los mejores estimadores lineales. 2) Si μ_i es un efecto fijo y distinto para unidad de estudio, la heterogeneidad no observable se incorpora a la constante del modelo. 3) Si μ_i es variable, existe una variable aleatoria no observable que varía entre individuos pero no en el tiempo.

En el primer caso, los *modelos de efectos fijos* implican menos suposiciones sobre el comportamiento de los residuos, consideran que existe un término constante diferente para cada unidad de estudio, por lo que supone que sus efectos son independientes entre sí y las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal quienes se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto (Mayorga y Muñoz, 2000)⁶³.

Para esto, se reemplaza $\alpha_i = \alpha + v_i$ en la ecuación (2.3), lo cual genera la siguiente expresión:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + (v_i + U_{it}) \quad (2.5)$$

Esto quiere decir, que el error puede descomponerse en dos partes, una fija v_i , constante para cada unidad de estudio; y, una aleatoria U_{it} , que cumple con los requisitos del método de MCO, lo que es equivalente a realizar una regresión general y dar a cada unidad de estudio un punto de origen distinto. Esta operación generalmente se realiza de dos formas, la primera, incluyendo en el modelo una dummy por cada unidad de estudio para luego realizar una estimación por MCO⁶⁴; y, la segunda, es especificar un modelo calculando por diferencias que elimina los v_i , para luego de la misma forma estimar por MCO (Montero, 2007)⁶⁵.

El *modelo de efectos aleatorios* considera que los efectos individuales (en este en referencia a los países) están distribuidos de forma aleatoria alrededor de un valor dado, por lo que no son independientes entre sí. Este modelo tiene la misma especificación que el anterior, con la diferencia que v_i es ahora aleatoria con un valor medio v_i y una varianza $var(v_i) \neq 0$, por lo que ya no es fija para cada unidad de estudio y constante a lo largo del tiempo. En este caso, para construir el modelo es preferible utilizar el método de mínimos cuadrados generalizados (MCG).

El escoger entre el modelo de efectos fijos o el de efectos aleatorios, depende

⁶³ Debe hacerse notar que en este modelo se presenta una pérdida importante de grados de libertad.

⁶⁴ Los N interceptos se asocian con variables dummies con coeficientes específicos para cada unidad de estudio.

⁶⁵ Muchos programas econométricos realizan automáticamente esta operación. En el caso de STATA lo estiman mediante el método de diferencias.

principalmente de saber que es apropiado, estimaciones consistentes o eficientes⁶⁶. Para este caso, los Test de Hausman (1978) y Breusch Pagan (1979) nos ayudarán a tomar la mejor decisión. En el primer caso, se buscará diferencias sistémicas, para rechazar la hipótesis nula de igualdad que acepta que el modelo de efectos fijos es apropiado. En este caso, si $Prob > Chi^2$ es menor a 0.05 es preferible usar efectos fijos. En contraste, el Test de Breusch Pagan, señala que si $Prob > Chi^2$ es menor a 0.05 es preferible usar efectos aleatorios, rechazándose la hipótesis nula de que la varianza entre las distintas unidades de estudio es 0. En este caso se dice que se muestran diferencias significativas entre las unidades de estudio, $var(v_i) \neq 0$ ⁶⁷.

Cointegración de series de tiempo

La econometría de series de tiempo encuentra un problema al medir las relaciones existentes entre variables que presenta series no estacionarias; es decir, variables que tienen tendencia temporal definida. Una serie es estacionaria cuando su valor medio es estable. Por el contrario es no estacionaria cuando sistemáticamente crece o disminuye en el tiempo. Las estimaciones de regresiones con estas últimas variables pueden ser espurias salvo que estas estén cointegradas lo que significa que existe una relación de largo plazo entre la variable dependiente y las independientes. La cointegración de series de tiempo se refiere a que dos variables no estacionarias generan residuos estacionarios por lo que las estimaciones de variables no estacionarias son superconsistentes. De tal forma, se puede usar la regresión habitual (MCO o MCG) para estimar los efectos a largo plazo (Montero, 2007).

Para determinar, si una serie de tiempo es o no estacionaria, se puede observar el gráfico de la variable⁶⁸, representar la función de autocorrelación mediante un correlograma y visualizar como es su comportamiento⁶⁹ o realizar test de raíz unitaria como el de Dickey-Fuller (DF) o Dickey-Fuller Aumentado (ADF)⁷⁰. Estas últimas pruebas determinan si no existe una relación entre el incremento de cada valor y el

⁶⁶ En general a los efectos aleatorios se los considera eficientes pero inconsistentes debido a que existen variables omitidas. Mientras, que a los efectos fijos son consistentes pero no muy eficientes.

⁶⁷ Para más detalle sobre esta técnica de estimación ver: Hsiao, 2003; Baltagi, 2002; Galiani-Rozada, 2002; y, Wooldridge, 2002.

⁶⁸ Por lo general, al graficar una variable, si esta crece o decrece monótonamente, es una forma típica de una serie no estacionaria; y, si los shocks son persistentes o no se puede establecer un patrón de comportamiento definitivo, es una forma típica de una serie estacionaria.

⁶⁹ Por lo general, un correlograma que desciende lentamente, es típico para series no estacionarias; y, un que desciende rápidamente o de forma cuasialeatoria, es típico para series estacionarias.

⁷⁰ Otros test interesantes son B de Bartlett, Q de Pormateau o Ljung-Box y Z de Phillips-Perron.

inmediato anterior; es decir que, plantean una hipótesis nula sobre la presencia de una raíz unitaria (Montero, 2007). Así, si el coeficiente de los residuos retardados ρ es igual a uno, se dice que la variable dependiente presenta problemas de raíz unitaria, por tanto la serie es no estacionaria, presentando problemas de autocorrelación. Sin embargo, para concluir que ρ es igual a 1, el estadígrafo t de student se conoce como τ (tau), cuyos valores críticos no siguen la distribución de la t de student, sino que Mackinnon construyó otras tablas (Gujarati, 2002)⁷¹.

En su forma más simple, si se estima una regresión como; $Y_t = \rho Y_{t-1} + U_t$, donde t es la variable de tiempo o tendencia, se divide el coeficiente ρ estimado por su error estándar para calcular el estadístico τ de DF y se consultan las tablas de DF para ver si la hipótesis nula $\rho = 1$ es rechazada. Si el valor absoluto calculado del estadístico τ (es decir $|\tau|$) excede los valores absolutos τ críticos de DF, entonces no se rechaza la hipótesis de que la serie de tiempo dada es estacionaria. Si por el contrario, éste es menor que el valor crítico, la serie de tiempo es no estacionaria (Gujarati, 2002)⁷².

Suponiendo que X_t y Y_t son series de tiempo no estacionarias, se dice que dichas variables están cointegradas cuando puede practicarse una regresión del tipo $Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t$ que generalmente tendrá un buen ajuste. En este caso los residuos, $u_t = Y_t - \alpha - \beta X_t$ deben ser integrados de orden cero, $I(0)$, es decir, deben ser estacionarios, existiendo así una relación a largo plazo entre las variables X_t y Y_t . Para testar la cointegración sólo hay que estimar los residuos del modelo de regresión y pasar la prueba de Dickey-Fuller Aumentada a los residuos estimados. Si se cumple la hipótesis nula, entonces X_t y Y_t están cointegradas y los estimadores son superconsistentes (Montero, 2007).

Otra prueba para determinar cointegración es mediante el test de Durbin-Watson, el cual compara el estadígrafo d con los valores críticos tabulados por Sargan y Bhargava⁷³, donde la hipótesis nula es $d = 0$. Pues si d tiende a 0 , entonces ρ tiende a

⁷¹ Si la H_0 de que $\rho=1$ es rechazada (es decir, la serie es estacionaria), se puede utilizar la prueba t usual (de *student*).

⁷² Si se efectúa la regresión en la forma de $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + U_t$, el estadístico τ estimado usualmente tiene un signo negativo. Por consiguiente, un valor negativo de τ grande generalmente es un indicativo de estacionariedad. En este caso, H_0 es $\delta = 0$.

⁷³ Para una muestra de 100 observaciones, Sargan y Bhargava determinaron que los valores críticos al 1%, 5% y 10% son, respectivamente, 0.511, 0.386 y 0.322.

0; esto implica que el error u_t , es aproximadamente un camino aleatorio y por tanto u_t es $I(1)$ y, en consecuencia, no existe una relación de cointegración. En sí, la regla de decisión es si el d calculado es menor a su valor crítico, se acepta la hipótesis nula de la no existencia de cointegración⁷⁴.

Método de regresiones aparentemente no relacionadas

En econometría el método más adecuado para un sistema de ecuaciones suele ser el de las regresiones aparentemente no relacionadas, tomando en cuenta que los errores aleatorios de las distintas ecuaciones pueden presentar algún grado de correlación contemporánea en la medida que involucren a factores comunes no medibles y/o no observables y será esta correlación no percibida la que haga que resulte más eficiente estimar todas las ecuaciones simultáneamente.

El método SUR, es una técnica econométrica de información completa, que puede utilizarse en datos de corte transversal, series de tiempo o en una combinación de estos. Constituyen un caso específico de un sistema de ecuaciones simultáneas en el que la correlación entre las ecuaciones se origina entre sus términos de error y no en la incorporación de variables endógenas como variables predeterminadas en otras ecuaciones del sistema. Por tanto, se trata de modelos en donde todos los regresores son exógenos y las perturbaciones aleatorias tienen un tipo de relación muy concreta⁷⁵. En este contexto, es importante observar la construcción metodológica del los modelos SUR.

Así pues considérese que se tiene un sistema de ecuaciones lineales, donde, en este caso, cada ecuación señala la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental de un respectivo país, las cuales se pueden expresar de la siguiente forma matricial:

$$\begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \text{"} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \text{"} \end{vmatrix} B + \begin{vmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \text{"} \end{vmatrix}$$

⁷⁴ Para más detalle sobre esta técnica de estimación ver: Enders, 2004; y, Gujarati, 2004.

⁷⁵ La varianza de cada una de las perturbaciones es constante $E u_i^2 = \sigma_i^2$; la covarianza entre perturbaciones de distintas ecuaciones para un mismo país/año son no nulas y constantes $E u_i u_{ij} = \sigma_{ij}$; y, las covarianzas entre perturbaciones de distintos países/años son nulas.

$$\left| \begin{array}{c} Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} U_3 \\ \vdots \\ U_n \end{array} \right|$$

Una forma no restringida del modelo es: $Y_i = X_i\beta_i + U_i$: donde $i = 1, \dots, m$, se refiere al número de ecuaciones del sistema.

$$U = [U_1', U_2', \dots, U_m']$$

$$E[U] = 0$$

$$E[UU'] = V$$

Supóngase que en total, se utilizan T observaciones (en nuestro caso 39 observaciones referentes al periodo 1970-2008) para estimar los parámetros de las m ecuaciones (en nuestro caso 23 ecuaciones una para cada uno de los países de América Latina y el Caribe considerado); donde cada una de las ecuaciones contiene K_n regresores, que dependen de las variables independientes del modelo, dando un total de $K = \sum_{i=1}^n K_i$ regresores. Asimismo, se supone que los errores no están correlacionados entre países. Por tanto, $E[U_{it}U_{js}] = \sigma_{ij}$, si $t = s$ y 0 en otro caso. De esta forma, la formulación de los errores es: $E[U_i U_j] = \sigma_{ij} I_T$. Respecto a V :

$$V = E(UU') = \begin{vmatrix} E(U_1U_1') & E(U_1U_2') & \dots & E(U_1U_m') \\ E(U_2U_1') & E(U_2U_2') & \dots & E(U_2U_m') \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ E(U_mU_1') & E(U_mU_2') & \dots & E(U_mU_m') \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sigma_{11}I & \sigma_{12}I & \dots & \sigma_{1m}I \\ \sigma_{21}I & \sigma_{22}I & \dots & \sigma_{2m}I \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{m1}I & \sigma_{m2}I & \dots & \sigma_{mm}I \end{vmatrix}$$

En este caso, el signo de V representa la matriz de errores, la cual se compone de las varianzas y covarianzas de los errores de las ecuaciones. Sin embargo, al descomponerla se puede separar a la matriz de identidad I , llegando a un esquema simplificado donde V es una matriz simétrica, que supone que es positiva definida y que no es singular.

En virtud de esto, cada ecuación en sí misma es una regresión clásica (una CKA tradicional). Por tanto, los parámetros podrían estimarse consistentemente, aunque no eficientemente, por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). De tal forma que la alternativa es tomar en cuenta que el modelo de regresión generalizado es aplicable al modelo agrupado verticalmente. Así se obtiene lo siguiente:

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X_2 & \dots & 0 \\ & & \vdots & \\ 0 & 0 & \dots & X_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{pmatrix} = X\beta + U$$

En este caso, el estimador eficiente es el de mínimos cuadrados generalizados (MCG).

En cuanto a la estimación del método, dado que el modelo no involucra simultaneidad de las variables endógenas en el sentido de ecuaciones simultáneas, el procedimiento de estimación difiere cuando son o no conocidas las varianzas y covarianzas de la matriz V . De esta manera, si son conocidas, se utiliza método de MCG; pero, si no lo son, es necesario recurrir a una estimación preliminar de los errores, mediante MCO para cada una de las ecuaciones del sistema.

Así para la observación i -ésima, la matriz $m \times m$ de varianzas y covarianzas de los errores queda determinada de la siguiente manera:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{mm} \end{pmatrix}$$

Dado $V = E(UU')$ entonces $V = \Sigma I$ y $V^{-1} = \Sigma^{-1} I$. Así pues, si se designa el i -ésimo elemento de Σ^{-1} por σ_{ij} , se encuentra que el estimador MCG es el siguiente:

$$\hat{\beta} = [X V^{-1} X']^{-1} X V^{-1} y = [X' (\Sigma^{-1} I) X]^{-1} X' (\Sigma^{-1} I) y$$

Hay que destacar, que existen dos casos particulares en que se obtiene resultados idénticos al aplicar MCO sobre cada ecuación o al aplicar SUR. El primero es cuando las correlaciones contemporáneas son iguales a 0, ya que es la existencia de dicha correlación lo que provoca que las ecuaciones están relacionadas (el cual, se da en este estudio). El segundo es cuando las variables explicativas de cada ecuación son las mismas.

La eficiencia de los estimadores SUR depende de la correlación contemporánea de los términos de error entre ecuaciones. Así cuanto más elevada es dicha correlación mayor será la ganancia en eficiencia del estimador generalizado. En caso contrario no hay una ganancia importante de aplicar el método SUR frente al MCO, pues los triángulos de la matriz Σ se aproximarán a cero.

Dentro de las ventajas del método se identifican las siguientes: la posibilidad de corregir el error de considerar independientes a varias ecuaciones de regresión, cuando en realidad están asociadas por medio de los términos de error; cualquier ganancia en eficiencia tiende a ser mayor cuando las variables explicativas en las diferentes ecuaciones no están altamente correlacionadas; con el método SUR las significancias de las estimaciones mejoran con relación a MCO. Adicionalmente con el método SUR se evitan los problemas de heterocedasticidad y endogeneidad.

En definitiva, el modelo SUR es una técnica que se ajusta a la esencia del modelo de la CKA principalmente por su naturaleza teórica (la influencia de un país en otro y la heterogeneidad de los mismos) y de las variables ambientales que entran en juego (la contaminación tiene efectos locales y globales). De esta manera, sería erróneo proponer una sola CKA para todos los países; y, también sería erróneo proponer una CKA para cada país sin tomar en cuenta la dinámica económica ambiental de los otros⁷⁶.

⁷⁶ Para más detalle sobre esta técnica de estimación ver: Moon-Perron, 2004; Greene, 2001; Park-Ogaki, 1991; Srivastava-Giles, 1987; Baltagi, 1980; Zellner, 1963; y, Zellner, 1962.

CAPITULO III

3. Análisis de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico

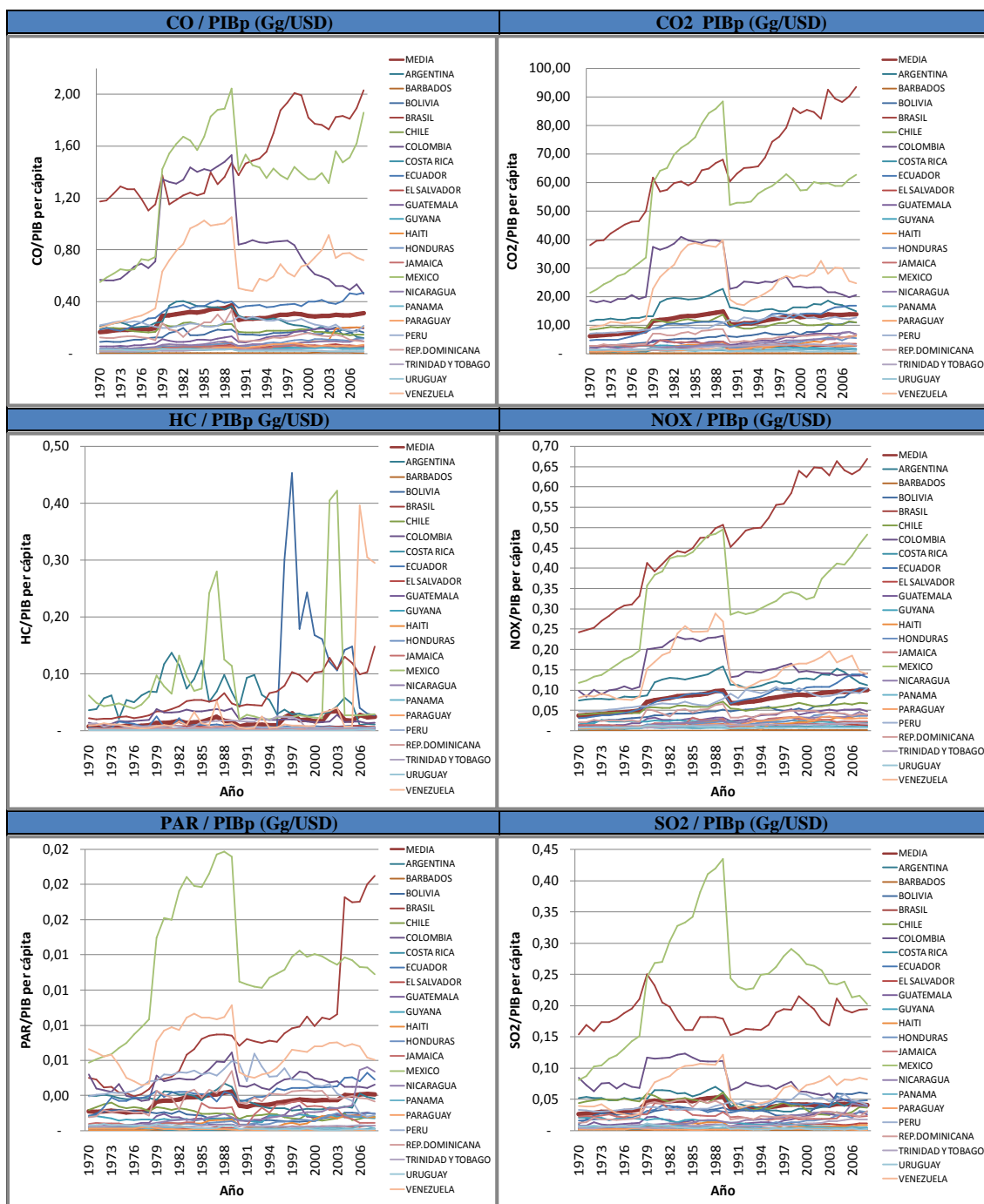
3.1. Análisis descriptivo de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico

Toda actividad económica requiere de una cierta cantidad de energía disponible que la haga posible; por lo que el proceso económico conlleva importantes transformaciones energéticas que pueden causar de una u otra forma efectos nocivos al medio ambiente. De esta manera, en América Latina y el Caribe, se observa que los procesos de transición energética han constituido factores decisivos de su crecimiento, evidenciado principalmente por la “...sustitución de portadores tradicionales [...] de energía [...] por modernos portadores [...] que al tiempo de permitir formas de uso más flexibles y eficientes, acompañan e inducen transformaciones en la estructura económica y el medioambiente...” (Bertoni y Roman, 2006: 02).

Varios países latinoamericanos, principalmente los del Sur, sostienen su economía en base a un modelo extractivista de energía fósil, el cual se radica en los años 70's por la disminución en el uso de leña, y el aumento en el uso del petróleo y sus derivados. Frente a esto, la utilización de la energía que supone una transformación que se deriva en un incremento de la entropía, provoca emisiones de gases contaminantes los cuales provocan un gran perjuicio al medio ambiente (Bertoni y Roman, 2006).

Para dar una interpretación descriptiva de esta relación económica-ambiental es fundamental observar la tendencia entre la ratio del indicador de degradación ambiental sobre el indicador de crecimiento económico, que será definida como el costo medioambiental de producir un dólar de PIBp en un país o en una región. Allí no debería resultar difícil observar un patrón de comportamiento tipo CKA al graficar dicho costo medioambiental en el largo plazo; sin embargo, la realidad puede ser otra (Gráfico N° 9).

Gráfico N° 9
Ratio entre la contaminación ambiental y el crecimiento económico por país
(1970 – 2008)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
 Elaborado por: Suárez, 2010.

Las distintas emisiones de contaminantes observadas durante el periodo 1970-2008 para los distintos países latinoamericanos, evidencian un comportamiento disparejo de unos países frente a otros. Unos presentan altas ratios provocadas por una

alta generación de emisiones contaminantes frente a un relativamente bajo PIBp⁷⁷. Así también, se pueden evidenciar otros casos como la presencia de periodos de incrementos significativos en el PIBp que proporcionalmente son mucho mayores a los crecimientos de las emisiones de contaminantes.

En el caso de la ratio entre las emisiones de CO sobre el PIBp, históricamente México, Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador y Argentina se encuentran por encima de la media de América Latina y el Caribe para cada año respectivamente. Así pues, si se calcula el promedio de las medias de las emisiones de CO de todos los países de la región, el costo total medioambiental promedio anual de producir un dólar de PIBp en América Latina y el Caribe durante el periodo 1970-2008 es de 0,27 gigagramos de emisiones de CO; es decir, que en la región, por cada dólar producido por cada miembro de su población hay un perjuicio en todo el ambiente latinoamericano de 27 mil toneladas anuales.

En referencia al ratio entre las emisiones de CO₂ sobre el PIBp, Brasil, Colombia, México, Venezuela y Argentina históricamente están por encima de la media de América Latina y el Caribe. Para este caso, el costo medio medioambiental promedio anual de producir un dólar de PIBp en América Latina y el Caribe durante el periodo 1970-2008 es de 11,28 gigagramos de emisiones de CO₂, lo cual señala un alto nivel de contaminación frente al anterior contaminante.

Con respecto al ratio entre las emisiones de HC sobre el PIBp, históricamente México, Argentina y Brasil son los que generan mayor perjuicio al medioambiente, pues sus valores están por encima de la media de América Latina y el Caribe para cada año. Adicionalmente, Bolivia a partir de 1995 y Venezuela desde el 2006 al estar por encima de la media mencionada, comienzan a generar un mayor costo medioambiental por dólar producido; mientras que Colombia, si bien presentaba una ratio mayor al promedio latinoamericano, a partir de 1996 se coloca por debajo, dejando de ser tan agresivo al medio ambiente. Esta ratio señala que durante el periodo 1970-2008 el costo medioambiental de producir un dólar de PIBp es de 0,04 gigagramos de emisiones de HC.

⁷⁷ Existen periodos de crisis económicas, en las que una caída del PIB per cápita, frente a un incremento permanentemente de las emisiones de contaminantes, han presentando un costo medioambiental de producir un dólar, cada vez mayor.

De igual manera, si se realiza el análisis para el caso de las emisiones de NOx sobre el PIBp, históricamente Brasil, México, Venezuela, Colombia, Argentina y Perú al igual como han presentado con los otros contaminantes son los que generan mayor perjuicio ambiental por dólar producido. En general, en América Latina y el Caribe entre el periodo 1970-2008, por cada dólar producido en promedio generaba 0,12 gigagramos de emisiones de NOx.

Al observar la ratio de las emisiones de PAR sobre el PIBp, México, Venezuela, Brasil, Colombia, Perú y Argentina, están por encima de la media latinoamericana siendo quienes generan mayores efectos negativos para el medio ambiente; a pesar de que este último país a partir de 1989, se sitúa por debajo de la media, mostrando que existe un menor sacrificio al medioambiente por dólar producido. Hay que señalar también que tanto Ecuador como República Dominicana se colocan alrededor de la media, que en este caso en promedio durante el periodo 1970-2008 es de 0.02 gigagramos de emisiones de PAR por dólar producido.

Finalmente, al considerar el mismo análisis para las emisiones de SO2 sobre el PIBp, se puede decir que los países que generan un mayor costo medioambiental por dólar producido son Brasil, Colombia, México, Venezuela, Argentina y Perú; a pesar de que estos dos últimos disminuyen el costo que generan posicionándose por debajo de la media para el caso de Argentina desde 1994 y para el caso del Perú entre el periodo de 1979-1990. En cuanto a este contaminante, cada dólar de PIBp que se produjo entre el periodo 1970-2008 en promedio generó 0,06 gigagramos de emisiones de SO2.

En suma, este primer análisis ha permitido detectar una serie de países, México, Venezuela, Brasil, Colombia y Argentina, como responsables de generar un mayor perjuicio al medio ambiente debido a las mayores emisiones de CO, CO2, HC, NOx, PAR y SO2 por dólar producido.

Si bien este es un primer acercamiento a una interpretación de la relación existente entre degradación ambiental y crecimiento económico; éste aún está muy lejos de lo que plantea el modelo de la CKA. En este caso, se debe tener claro que el análisis descriptivo de la ratio entre las emisiones de contaminantes y el PIBp,

simplemente ayuda a observar el panorama de la relación económica-ambiental de América Latina y el Caribe, por lo que en ningún caso permite realizar un análisis causa-efecto de los impactos positivos o negativos a los que es sometido el medio ambiente por alcanzar un cierto crecimiento económico. De esta forma, la construcción del modelo de la CKA debe estar respaldada de un análisis teórico, matemático, estadístico y econométrico que muestre una relación significativa de la degradación ambiental en función del crecimiento económico.

Antes de especificar y posteriormente estimar el modelo de la CKA, a pesar de que teóricamente se señala que tiene una forma de U invertida, es necesario verificar como es su forma funcional y evitar plantear a priori la ecuación del modelo sin observar a cuál de las curvas presentadas en el gráfico 5 se ajusta. Esto se lo hará mediante un análisis de regresión no paramétrica⁷⁸.

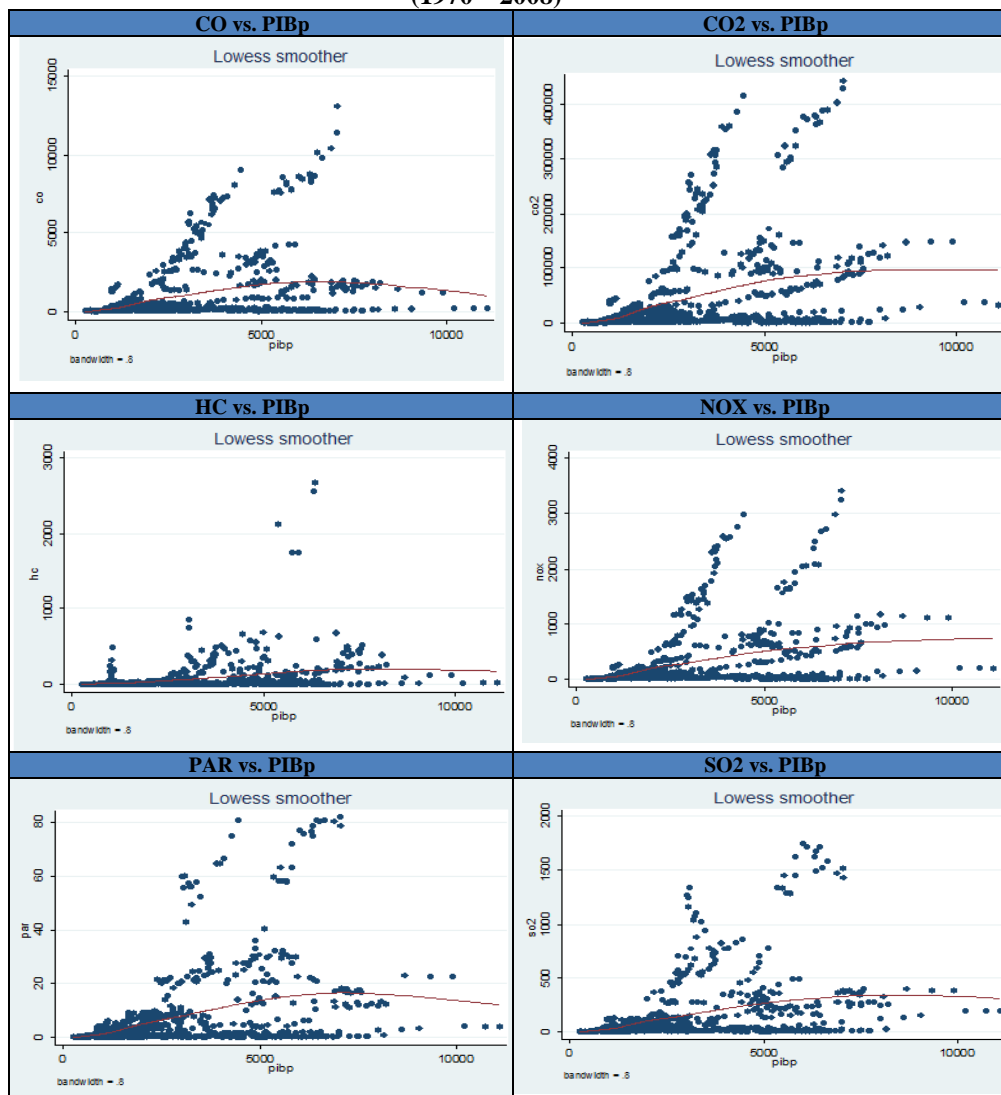
Este análisis consiste en la suavización del conjunto de los datos tanto del PIBp como de las emisiones de contaminantes (CO, CO₂, HC, NO_x, PAR y SO₂, respectivamente) presentadas para los diferentes países de América Latina y el Caribe.

De esta manera, se lleva a cabo una regresión localmente ponderada de las emisiones de contaminantes sobre el PIBp de todos los países para todos los años entre el periodo 1970-2008; que va a mostrar la gráfica y por tanto la forma funcional del modelo de la CKA que establece como la degradación ambiental está siendo influenciada por el crecimiento económico (ver gráfico N° 10).

Como se puede observar, la relación de las distintas emisiones de contaminantes con el PIBp, presenta, por un lado, una forma funcional tipo CKA (forma de U invertida) con respecto al CO, HC y SO₂; y, por otro lado, una forma funcional tipo CKA parcial (relación directa, fase positiva de la CKA) con respecto al CO₂, NO_x y PAR.

⁷⁸ Recuérdese que los métodos no paramétricos tratan sobre el desarrollo de procedimientos de inferencia estadística, que no realizan una suposición explícita con respecto a la forma funcional de la distribución de probabilidad de las observaciones de la muestra. Si bien en la estadística no paramétrica también aparecen modelos y parámetros, ellos están definidos de una manera más general que en su contrapartida paramétrica. Por tanto, la regresión no paramétrica es una colección de técnicas para el ajuste de funciones de regresión (funciones suavizadas) cuando existe poco conocimiento a priori acerca de su forma.

Gráfico N° 10
Regresiones no paramétricas entre degradación ambiental y crecimiento económico⁷⁹
EC vs. PIBp
(1970 – 2008)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
 Elaborado por: Suárez, 2010.

Se debe especificar que los distintos puntos dispersos en los gráficos se refieren simplemente al lugar de cruce entre el contaminante y el PIBp en un año dado y para un país en específico. Por tanto, es necesario señalar que las líneas de puntos que se han formado por encima de la curva y que se observan de forma bien pronunciada, se refieren a datos atípicos generados en distintos países de América Latina y el Caribe en los años 1975, 1976 y 1994 para el caso del CO, CO2, NOX, PAR y SO2.

En este contexto, a pesar de que existen patrones un poco distintos para

⁷⁹ Los gráficos se procesaron en el programa econométrico STATA 8.1 mediante la opción o comando lowess smoothing.

algunos países (México, Venezuela, Brasil, Colombia y Argentina) y datos atípicos en ciertos años (1975, 1976 y 1994), en general se puede observar la existencia de una relación funcional entre lo económico y lo ambiental en América Latina y el Caribe.

Para comprobar este primer resultado, y antes de entrar en un análisis más exhaustivo de modelo de la CKA por países, creemos necesario observar cuales son los resultados de un análisis de datos de panel a nivel global para América Latina y el Caribe.

3.2. Análisis econométrico de la relación entre medio ambiente y crecimiento económico de datos de panel y series de tiempo

A pesar de haber postulado una relación de U invertida entre crecimiento económico y degradación ambiental, los primeros que plantearon la CKA no especificaron la forma precisa de la relación funcional entre estos tipos de variables; ni siquiera existe un modelo estándar, pues los distintos estudios presentan diferentes ecuaciones que si bien tienen similitudes en su esencia son distintos en su especificación (en la variable dependiente, en las variables independientes y de control, en el orden de su polinomio, etc.). Además, recuérdese, que “*las relaciones entre riqueza y degradación ambiental son diversas según el indicador y por tanto hay argumentos para todos los gustos*” (Martínez, 1995: 67).

Tomando de referencia los gráficos obtenidos de las regresiones no paramétricas entre los contaminantes y el PIBp para los países de América Latina y el Caribe entre el periodo 1970-2008, se puede sugerir una expresión matemática para la forma de la curva, la cual se la menciona en distintos estudios como la tradicionalmente usada:

$$EC_t = \beta_0 + \beta_1 PIBp_t + \beta_2 PIBp_t^2 \quad (\text{Ec. polinomial de segundo orden}) \quad (3.1)$$

Donde ECp_t son las emisiones de CO_2 , CO , HC , NOX , PAR o SO_2 , respectivamente; y, β_0 es el coeficiente de la intersección, β_1 es el coeficiente de la variable económica al nivel y β_2 es el coeficiente de la variable económica al cuadrado. Así, la variable emisiones contaminantes EC_t depende de la variable

explicativa $PIBp_t$ en el tiempo.

Los modelos puramente matemáticos de la CKA expresados anteriormente son de interés limitado para el econometrista, ya que suponen que existe una relación exacta o determinística entre crecimiento económico y degradación ambiental. Pero las relaciones entre las variables económicas generalmente son inexactas. Así pues, obtenida ya la información sobre las emisiones contaminantes y el PIBp de una serie de tiempo de 39 observaciones, la gráfica (asignando al eje vertical, EC_t ; y, al eje horizontal, $PIBp_t$) frente a las observaciones, no quedaría exactamente sobre una curva de U invertida⁸⁰, pues además del $PIBp$ existen otras variables que afectan a las emisiones contaminantes. Para dar cabida a relaciones inexactas entre las variables económicas, se ajusta la CKA de la siguiente manera:

$$EC_t = \beta_0 + \beta_1 PIBp_t + \beta_2 PIBp_t^2 + u_t \quad (\text{Ec. polinomial de segundo orden}) \quad (3.2)$$

Donde u_t conocida como el término de perturbación o de error es una variable aleatoria (estocástica) que tiene propiedades probabilísticas claramente definidas. Este término puede representar claramente todos aquellos factores que afectan a las emisiones de contaminantes respectivamente pero que no son considerados en el modelo en forma explícita. La ecuación propuesta es un modelo econométrico polinomial, el cual muestra que las emisiones de los distintos contaminantes están “relacionadas linealmente”⁸¹ con el $PIBp$ pero que la relación no es exacta; pues está sujeta a variaciones individuales de cada dato.

Este modelo facilita la determinación de los extremos locales de la CKA, el cual se lo denomina como PIB per cápita óptimo o turning point ($PIBp^*$). Para esto se deriva la ecuación polinomial y luego se le iguala a cero de la siguiente manera:

$$\partial EC_t / \partial PIBp_t = 0 \quad (3.3)$$

$$\partial EC_t / \partial PIBp_t = \partial (\beta_0 + \beta_1 PIBp_t + \beta_2 PIBp_t^2) / \partial PIBp_t$$

$$\partial EC_t / \partial PIBp_t = \beta_1 + 2\beta_2 PIBp_t \quad (3.4)$$

⁸⁰ Hay que señalar que algunos estudios señalan la existencia de una relación cúbica polinomial en forma de N; sin embargo, esta se la omite para este análisis puesto que el modelo no paramétrico solo señala una relación positiva y en forma de U invertida.

⁸¹ Cuando se habla de modelo de regresión lineal se estará hablando en relación a los parámetros.

Reemplazo la ecuación (3.3) en (3.4) y determino el $PIBp^*$:

$$0 = \beta_1 + 2\beta_2 PIBp_t$$

$$- 2\beta_2 PIBp_t = \beta_1$$

$$PIBp_t^* = -\beta_1/2\beta_2 \quad (3.5)$$

De acuerdo a esto y para este estudio, los modelos econométricos adecuados son los de datos de panel y de series de tiempo⁸².

Para el primer caso, se han incluido dos tipos de análisis de datos de panel, de efectos fijos y de efectos aleatorios, para ver cuál de estos es el más adecuado al momento de seleccionar la CKA más eficiente para América Latina y el Caribe, mediante el test de Hausman y de Breusch Pagan. Los resultados se muestran en el gráfico 11.

Gráfico N° 11
Análisis de datos de panel del modelo de la CKA
(1970-2008)

MODELO CKA	EFECTOS FIJOS				EFECTOS ALEATORIOS				HAUSMAN	BREUSCH PAGAN
	β_1	β_2	PIBp*	Graf.	β_1	β_2	PIBp*	Graf.		
Pais	p > t	p > Z	Prob > F		p > t	p > Z	Prob > chi2		Prob > chi2	
Estadígrafo										
CO	1.35	- 0.00	46,981.45	c	0.36	- 0.00	11,895.62	c	0.40	0.00
CO2	13.21	- 0.00	30,016.33	c	13.58	- 0.00	27,183.19	c	0.38	0.00
HC	0.04	- 0.00	5,901.88	c	0.05	- 0.00	6,414.00	c	0.43	0.00
Nox	0.09	- 0.00	43,085.55	c	0.10	- 0.00	37,307.64	c	0.49	0.00
PAR	0.00	- 0.00	16,731.74	c	0.00	- 0.00	15,902.81	c	0.37	0.00
SO2	0.02	0.00	- 9,680.99	d	0.02	0.00	- 11,634.55	d	0.20	0.00

Notas:

- 1) Gráficos: c) Relación de U invertida; y, d) Relación de U abierta.
- 2) PIBp*: PIB per cápita óptimo
- 3) β_1 y β_2 : coeficientes de el PIB per cápita al nivel y al cuadrado, respectivamente.
- 4) p > |t| y p > |Z|: estadígrafos de los coeficientes del modelo de datos de panel efectos fijos y aleatorios, respectivamente.
- 5) Prob > F y Prob > chi2: estadígrafos de la ecuación del modelo de datos de panel efectos fijos y aleatorios, respectivamente.

Nivel de Significancia de los coef. (p > t y p > Z) y de la ec. (Prob > F y p > Z)		
***	99% de nivel de significancia	0 < P ≤ 0.01
**	95% de nivel de significancia	0.01 < P ≤ 0.05
*	90% de nivel de significancia	0.05 < P ≤ 0.10
ns	no significativo	P > 0.10

*En Hausman: Si Prob > Chi2 es menor a 0.05 se usa efectos fijos.
*En Breusch Pagan: Si Prob > Chi2 es menor a 0.05 usar efectos aleatorios es apropiado.

Los datos presentados son de los coeficientes del modelo y el PIBp del modelo.

Fuente: OLADE – SIEE, 2010.

Elaborado por: Suárez, 2010.

En general, tanto el test de Hausman como el de Breusch Pagan señalan que usar efectos aleatorios es lo más apropiado para todos los modelos construidos. Sin embargo, al realizar el análisis para cada uno de los modelos seleccionados, se

⁸² Podría también ser uno de corte transversal; sin embargo, para este estudio no se lo contempla.

encuentra que cuatro de los seis modelos no son óptimos pues el nivel de significancia de sus coeficientes es muy bajo (específicamente en el del PIBp al cuadrado); a pesar que a nivel general de la ecuación, el nivel de significancia es alto a un 99% de nivel de confianza.

Lamentablemente, al realizar este tipo de análisis en conjunto, los resultados que se arrojan pueden estar muy lejos de la realidad. En este caso en específico, los niveles resultantes de PIBp*, pueden estar muy lejos del alcance de algunos países de América Latina y el Caribe, con lo que se estaría diciendo que aquellos países que generan emisiones de CO o HC y donde su población tiene ingresos muy por debajo de USD 11.895,62 o USD 6.414,00, están condenados a deteriorar su medio ambiente a largo plazo. Tómese en cuenta que el mayor PIBp alcanzado durante el periodo 1970 a 2008 de los 23 países es de USD 11.102,15 por Trinidad y Tobago en el 2008, mientras, que los que le siguen, son de Argentina (USD 9.904,38 en 2008), Uruguay (USD 8.161,48 en 2008), Barbados (USD 7.734,63 en 2008), México (USD 7.064,38 en 2008), Venezuela (USD 6.256,82 en 1977) y Costa Rica (USD 6.235,18 en 2008), y; el resto, ni siquiera alcanza los USD 6.000,00 y algunos de ellos presentan ingresos per cápita anuales por debajo de los USD 1.000 como Haití y Guyana.

En todo caso, y aunque sean muy discutible la interpretación de los resultados, se puede señalar a través de análisis de datos de panel que es posible encontrar un modelo de CKA en forma de U invertida para América Latina y el Caribe, en las emisiones de CO y HC; los cuales, concuerdan con la forma funcional observada en el análisis no paramétrico, dándole una mayor consistencia a los resultados.

Mientras tanto, no se descarta el encontrar modelos de CKA para las emisiones de CO₂, NO_x, PAR y SO₂, a nivel de países, los cuales pueden presentarse con una forma funcional directa o en U invertida al utilizar el método MCO en series de tiempo y el método SUR.

Una vez especificadas las ecuaciones de regresión del modelo de la CKA, antes de hacer el análisis MCO en series de tiempo, el siguiente paso sería verificar si las variables que integren dichas ecuaciones son adecuadas. Como se trata de un modelo econométrico de series de tiempo, se debe considerar que las variables deben ser

estacionarias a fin de evitar el problema de regresiones espurias que muestren una relación irreal entre la variable dependiente y las regresadas. Además, a veces la autocorrelación se origina debido a que las series de tiempo subyacentes son no estacionarias.

Frente a esto, las series del PIBp y las emisiones de contaminantes deben presentar una media, varianza y autocovarianza (en los diferentes rezagos) que permanezcan constantes sin importar el momento en el cual se lo midan; es decir, son invariantes con respecto al tiempo. Para determinar la estacionariedad de las series se realizará la prueba de raíz unitaria de Dickey – Fuller Aumentado (ADF). Estas pruebas buscan contrastar la hipótesis nula (H_0) de que el coeficiente de los residuos retardados ρ es igual a uno. En dicho caso, se dice que la variable dependiente presenta un problema de raíz unitaria, por tanto la serie es no estacionaria y está plagada de autocorrelación.

Adicionalmente, es necesario descartar la presencia de correlación serial, es decir, la autocorrelación de las series de tiempo con sus valores rezagados, lo cual puede generar resultados erróneos. Esto se lo hará mediante el estadístico Durbin-Watson.

Se observa de manera general, que la mayoría de las series de tiempo son no estacionarias (tienen una tendencia temporal definida) y presentan raíces unitarias (ver columna RU del Gráfico N° 12). Adicionalmente, en la mayoría de países, el CO y el CO₂ evidencian correlación serial positiva o negativa de primer orden en los residuos del modelo de caminata aleatoria con variaciones (ver columna DW del Gráfico N° 12).

En este sentido, la construcción de un modelo de series de tiempo con dichas variables no es adecuada, por lo que la única alternativa es probar que las variables están cointegradas⁸³, es decir, que una relación a largo plazo entre ellas. Recuérdese que las estimaciones de regresiones con variables no estacionarias pueden ser espurias salvo que estas estén cointegradas. Así pues, dos variables no estacionaria

⁸³ Para este análisis se omite el modelo de MCO de TYT para el SO₂ pues las series relacionadas si son estacionarias. En los demás casos, sí se realiza el análisis, pues a pesar de que existen otras series estacionarias, el hecho de que el PIBp como variable independiente sea no estacionaria, los modelos demandan cointegración.

cointegradas son aquellas cuyos residuos son estacionarios, por lo que si los residuos son estacionarios las estimaciones de variables no estacionarias son superconsistentes (Montero, 2007).

Gráfico N° 12
Análisis de las series de tiempo
Estacionariedad o raíz unitaria y correlación serial
(1970-2008)

Variable	PIBp		CO		CO2		HC		Nox		PAR		SO2	
	RU	SC	RU	SC	RU	SC	RU	SC	RU	SC	RU	SC	RU	SC
	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW	ADF	DW
ARG	-0.26	1.52	-0.95	1.36	-0.05	1.39	-2.89	1.89	-0.24	1.26	-1.05	1.72	-1.60	1.86
BAR	-0.52	1.33	0.87	1.11	-0.72	1.15	-2.89	1.65	-0.46	1.08	-1.17	1.76	-1.31	1.34
BOL	-0.90	1.14	-2.30	1.70	1.30	1.25	-2.40	1.83	2.17	1.21	-0.83	1.63	-0.23	1.68
BRA	-0.92	1.41	0.81	1.02	1.02	1.14	0.68	1.42	0.90	1.06	1.53	1.43	-1.49	1.54
CHL	1.47	1.19	0.29	1.21	1.41	1.17	-1.46	2.64	2.01	1.10	-1.60	2.14	-0.53	1.48
COL	-0.23	1.62	-2.11	1.17	-1.14	1.26	-2.99	2.28	-0.12	1.07	0.01	1.43	-1.81	2.10
CR	0.05	1.61	0.26	1.55	0.95	1.28	0.05	1.73	0.75	1.17	0.62	1.71	-0.83	1.90
ECU	-1.21	1.21	0.04	1.15	0.86	1.04	-5.23	1.96	0.53	1.07	-0.96	1.60	-0.77	1.60
EL SAL	-0.71	1.70	0.44	1.19	0.66	1.26	-0.19	1.43	-0.22	1.23	0.56	1.78	0.53	1.49
GUA	-0.85	1.78	1.18	0.99	0.55	1.12	0.78	1.62	-0.32	1.46	-1.19	1.61	-0.19	1.35
GUY	0.51	1.00	-0.51	1.65	-1.81	1.81	-3.32	2.07	-1.58	1.69	-1.07	2.01	-1.09	1.66
HAI	-2.27	1.83	0.40	1.65	0.14	1.72	-1.99	1.63	0.15	1.69	-0.74	1.33	-2.82	1.72
HON	-0.52	1.81	1.42	1.26	1.65	1.33	-0.79	2.10	0.51	1.48	1.46	1.33	1.81	1.60
JAM	-0.79	1.77	0.21	1.39	0.12	1.73	-1.57	2.15	-0.89	2.00	-1.35	1.90	-1.38	1.82
MEX	-0.78	1.82	0.78	1.14	-0.59	1.05	-3.70	1.65	2.67	0.97	-1.91	1.16	-2.38	1.26
NIC	-1.63	1.44	-1.11	1.60	0.39	1.40	-1.79	1.87	-0.23	1.48	0.79	1.49	0.20	1.66
PAN	1.43	1.33	0.73	1.28	-0.15	1.64	-2.42	2.14	0.66	1.46	-2.35	1.51	-1.79	2.10
PAR	-2.05	1.21	-0.76	1.19	-0.54	1.11	-0.02	1.56	-0.36	1.18	-1.56	1.57	-2.28	1.76
PER	0.13	1.02	-2.48	1.32	1.04	1.23	0.72	1.59	1.15	1.22	-1.17	2.22	-0.98	1.97
RD	0.61	1.46	-1.49	2.23	2.07	1.04	-3.40	2.11	0.35	1.34	-0.59	1.62	0.36	1.55
TYT	3.26	0.79	-1.41	1.30	0.67	1.15	-1.87	1.88	1.72	1.09	-1.53	0.99	3.10	0.94
URU	0.44	1.43	-1.21	0.83	-1.43	1.64	-1.02	1.15	-0.11	1.40	-1.97	2.05	-2.47	2.02
VEN	-1.53	1.59	-0.79	1.31	-1.01	1.32	-1.12	2.01	-1.47	1.85	-1.86	1.47	0.01	1.47

Notas:

RU: Serie de tiempo con presencia de raíz unitaria.

SC: Serie de tiempo con presencia de correlación serial. Análisis con respecto a la ecuación: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 u_t$.

Prueba Dickey Fuller Aumentada ADF:		
Si $ t < t $ crítico, la serie es no estacionaria, presenta raíz unitaria y esta plagada de autocorrelación		
Estacionaria, no presenta raíz unitaria al 99% de nivel de significancia		
Estacionaria, no presenta raíz unitaria al 95% de nivel de significancia		
Estacionaria, no presenta raíz unitaria al 90% de nivel de significancia		
No es estacionario		
Interpolated Dickey-Fuller: Valores Críticos al 1% -3.662, al 5% -2.964 y al 10% -2.614		
Prueba Durbin-Watson DW:		
$0 < d < dl$		Rechazar Ho. Hay autocorrelación positiva.
$dl < d < du$		Sin decisión.
$du < d < 4-du$		No rechazar Ho. Hay autocorrelación, positiva y negativa.
$4-du < d < 4-dl$		Sin decisión.
$4-dl < d < 4$		No rechazar. Hay autocorrelación negativa.

*Los valores presentados son de los estadígrafos respectivos.

Fuente: OLADE – SIEE, 2010.

Elaborado por: Suárez, 2010.

Suponiendo que el modelo ajustado es una aproximación razonablemente buena de la realidad, se tienen que desarrollar criterios apropiados para encontrar si los valores estimados obtenidos en estas ecuaciones concuerdan con las expectativas de la teoría que está siendo probada⁸⁴. A pesar de que algunos modelos parecen representar una óptima CKA, al analizarlo de una forma gráfica y estadística, se deduce que son erróneos ante un análisis más exhaustivo de los resultados, utilizando la econometría.

⁸⁴ De acuerdo con los economistas “positivos”, como Milton Friedman, una teoría o hipótesis que no es verificable por la evidencia empírica no puede ser admisible como parte de la investigación científica.

Como se observó en el marco teórico, los defensores de la CKA exigen que para que se cumpla la teoría se espera que los coeficientes de la ecuación tomen los siguientes signos: $\beta_1 > 0$ y $\beta_2 \leq 0$. A pesar de esto, antes de aceptar que los signos confirman la teoría de la curva, se debe averiguar si estos estimativos son totalmente diferentes de cero y no se trata de un suceso al azar o de una peculiaridad de la información particular que se ha utilizado. Es decir, comprobar que el valor de los coeficientes es estadísticamente diferente de cero, pues solo así se puede apoyar que la teoría sí se cumple.

Frente a esto, obsérvese en la siguiente tabla los modelos construidos de la CKA para cada uno de las emisiones contaminantes con sus respectivos parámetros y estadígrafos de significancia.

Gráfico N° 13
Significancia de los coeficientes y las regresiones del modelo de la CKA
Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)
(1970-2008)

Modelo CKA	CO			CO2			HC			Nox			PAR			SO2		
	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.
Estadígrafo	t	F		t	F		t	F		t	F		t	F		t	F	
ARG	0.20	- 0.00	***	- 39.60	0.00	***	0.15	- 0.00	***	- 0.27	0.00	***	- 0.01	0.00	***	0.05	0.00	ns
BAR	- 0.01	0.00	***	0.30	- 0.00	***	0.01	- 19.20	ns	0.00	0.00	***	0.00	- 0.00	***	0.01	- 0.00	***
BOL	0.41	- 0.00	ns	63.47	- 0.03	ns	5.20	- 0.00	*	0.35	- 0.00	*	- 0.01	0.00	***	0.01	0.00	*
BRA	- 1.89	0.00	***	68.36	0.03	***	0.52	0.00	***	- 0.04	0.00	***	- 0.11	0.00	***	0.22	0.00	***
CHL	0.21	- 0.00	***	0.79	0.00	***	0.01	- 0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.00	0.00	***	0.02	0.00	***
COL	0.21	0.00	*	- 14.72	0.01	***	0.01	0.00	***	- 0.19	0.00	***	0.00	0.00	***	0.08	0.00	***
CR	- 0.04	0.00	***	2.18	0.00	***	0.01	0.00	***	- 0.01	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.00	0.00	***
ECU	0.31	0.00	***	- 13.25	0.02	***	0.07	- 0.00	*	- 0.15	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.01	0.00	***
EL SAL	- 0.15	0.00	***	6.07	0.00	***	0.04	0.00	***	- 0.02	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.03	0.00	***
GUA	- 1.77	0.00	***	- 62.48	0.03	***	0.04	0.00	***	- 0.44	0.00	***	- 0.01	0.00	***	- 0.22	0.00	***
GUY	- 0.13	0.00	***	10.81	- 0.01	***	0.00	- 0.00	***	0.04	- 0.00	***	0.00	- 0.00	***	0.15	0.00	***
HAI	0.66	- 0.00	***	17.65	- 0.02	***	0.00	0.00	***	0.11	- 0.00	***	0.00	- 0.00	***	0.02	0.00	**
HON	- 0.42	0.00	ns	- 30.04	0.02	***	- 0.01	0.00	***	- 0.20	0.00	***	- 0.01	0.00	***	- 0.19	0.00	***
JAM	- 0.16	0.00	***	3.91	0.00	***	0.00	0.00	***	- 0.05	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.00	0.00	***
MEX	- 8.38	0.00	***	- 330.57	0.04	***	0.58	0.00	ns	- 2.93	0.00	***	- 0.07	0.00	***	- 1.13	0.00	***
NIC	0.13	- 0.00	**	13.85	- 0.01	***	0.01	0.00	***	0.07	- 0.00	***	0.01	- 0.00	**	0.08	- 0.00	**
PAN	0.05	- 0.00	***	0.30	0.00	***	0.00	- 0.00	***	0.01	0.00	***	- 0.00	0.00	***	- 0.00	0.00	***
PAR	- 0.36	0.00	***	- 11.33	0.01	***	0.00	0.00	***	- 0.13	0.00	***	0.00	- 0.00	***	0.01	0.00	**
PER	- 0.12	0.00	**	63.56	0.02	***	0.04	0.00	***	- 0.70	0.00	***	0.02	- 0.00	***	0.07	0.00	**
RD	0.02	0.00	***	3.39	0.00	ns	0.00	0.00	***	0.01	0.00	***	0.00	0.00	***	- 0.04	0.00	***
TYT	0.01	- 0.00	***	0.10	0.00	ns	- 0.04	0.00	***	- 0.00	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.01	0.00	***
URJ	0.01	- 0.00	***	0.38	0.00	***	0.00	0.00	***	- 0.00	0.00	***	0.00	- 0.00	**	- 0.00	0.00	ns
VEN	2.12	- 0.00	**	83.21	- 0.01	***	0.09	0.00	ns	0.37	- 0.00	**	0.01	- 0.00	***	0.19	- 0.00	*

Nivel de Significancia $p > t $ y $p > F(Ec, \beta_1, \beta_2)$	
***	99% de nivel de significancia
**	95% de nivel de significancia
*	90% de nivel de significancia
ns	no significativo

$0 < P \leq 0.01$
$0.01 < P \leq 0.05$
$0.05 < P \leq 0.10$
$P > 0.10$

*Los valores presentados son de los coeficientes
Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: Suárez, 2010.

Con respecto al análisis de significancia, en un primer análisis, mediante la prueba t de student, se puede decir que al construir los respectivos modelos de CKA existen algunos estimadores resultantes tanto del PIBp (β_1) como del PIBp² (β_0) que son no significativos (celdas rojas); pero en general, la mayoría de estimadores son significativos al menos al 90%, 95% y 99% del nivel de confianza (celdas tomates y

amarillas). Asimismo, si se hace un análisis a nivel global de la ecuación, mediante la prueba F, se concluye que los respectivos modelos de la CKA en casi todos los casos son significativos al 99% del nivel de confianza (celdas amarillas).

De esta manera, uno estaría tentado a aceptar que existe un sustento válido sobre la existencia de una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental; sin embargo, se debe realizar un examen más exhaustivo, que nos permita descartar posibles relaciones espúreas entre las variables que comparten tendencias similares. En la literatura especializada, se han propuesto varios métodos específicos como es el de la cointegración que permite detectar las relaciones a largo plazo entre las variables, incluso si no son estacionarias. En este caso, en la siguiente tabla obsérvese la prueba de raíz unitaria ADF testeando los residuos estimados a partir de la regresión cointegrante (denominada también prueba Engle-Granger Aumentada - EG) y la prueba de Durbin Watson (DWRC) sobre la regresión cointegrante.

Gráfico N° 14
Pruebas de cointegración
Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)
(1970-2008)

CKA	CO		CO2		HC		NOX		PAR		SO2	
	τ	d	τ	d	τ	d	τ	d	τ	d	τ	d
Estadígrafo	ADF	DWRC	ADF	DWRC	ADF	DWRC	ADF	DWRC	ADF	DWRC	ADF	DWRC
Pais												
ARG	-2.06	0.36	-1.89	0.25	-3.99	1.18	-1.55	0.17	-2.42	0.47	-1.90	0.30
BAR	-1.73	0.28	-2.00	0.29	-3.09	0.81	-1.83	0.27	-2.32	0.39	-2.18	0.35
BOL	-2.37	0.36	0.76	0.06	-2.72	0.66	1.37	0.06	-1.80	0.33	-0.74	0.16
BRA	-2.73	0.71	-2.45	0.60	-2.63	0.64	-2.16	0.49	-2.64	0.57	-2.56	0.61
CHL	-2.44	0.57	-3.17	0.76	-4.56	1.45	-2.92	0.62	-3.49	1.03	-2.53	0.68
COL	-1.59	0.09	-1.62	0.15	-3.43	0.88	-1.61	0.17	-2.39	0.53	-2.38	0.55
CR	-1.78	0.36	-1.99	0.34	-3.17	0.93	-1.62	0.24	-3.21	1.07	-3.27	0.65
ECU	-1.97	0.38	-1.58	0.30	-5.68	1.89	-1.63	0.34	-3.90	1.24	-2.43	0.58
EL SAL	-1.74	0.21	-1.86	0.21	-2.18	0.42	-1.76	0.16	-2.87	0.71	-2.41	0.41
GUA	-2.18	0.58	-2.41	0.66	-3.78	1.14	-2.21	0.56	-2.61	0.63	-2.64	0.69
GUY	-3.39	0.98	-2.23	0.48	-5.06	1.66	-3.38	0.95	-3.25	0.88	-1.67	0.33
HAI	-1.37	0.36	-1.69	0.40	-3.00	0.80	-1.79	0.44	-2.35	0.50	-3.11	0.89
HON	-1.97	0.38	-2.07	0.48	-2.51	0.60	-1.85	0.42	-2.51	0.61	-3.65	1.10
JAM	-2.40	0.45	-4.14	1.27	-1.90	0.35	-2.02	0.39	-1.52	0.28	-2.83	0.74
MEX	-2.09	0.28	-1.65	0.13	-3.79	1.15	-2.67	0.45	-1.20	0.13	-0.96	0.09
NIC	-2.01	0.30	-1.05	0.27	-2.82	0.80	-1.43	0.31	-0.81	0.35	-1.14	0.28
PAN	-2.43	0.56	-3.49	1.16	-4.99	1.62	-2.97	0.77	-4.25	1.45	-2.90	0.80
PAR	-2.09	0.46	-1.64	0.28	-3.21	1.06	-1.59	0.26	-2.34	0.59	-2.24	0.60
PER	-2.85	0.80	-1.47	0.09	-1.51	0.17	-1.52	0.13	-2.68	0.54	-1.64	0.23
RD	-2.74	0.75	-2.27	0.38	-4.20	1.29	-2.25	0.46	-2.45	0.56	-3.74	0.87
TYT	-2.10	0.14	-1.00	0.20	-2.73	0.63	-1.03	0.18	-2.56	0.66	-1.24	0.25
URU	-2.14	0.40	-2.68	0.69	-2.15	0.37	-3.13	0.81	-1.78	0.35	-2.38	0.57
VEN	-0.92	0.18	-1.24	0.23	-1.41	0.52	-1.67	0.34	-2.39	0.44	-0.08	0.27

Prueba Dickey Fuller Aumentada ADF y Durbin-Watson sobre la Regresión de Cointegración DWRC:

Si $\tau > \tau$ crítico, las series están cointegradas y sus estimadores son superconsistentes

Si $d > d$ crítico, las series están cointegradas y sus estimadores son superconsistentes

	Cointegrada al 99% de nivel de significancia
	Cointegrada al 95% de nivel de significancia
	Cointegrada al 90% de nivel de significancia
	No esta cointegrada

ADF: Valores Críticos al 1% -2.5899, al 5% -1.9439 y al 10% -1.6177
DWRC: Valores Críticos al 1% 0.511, al 5% 0.386 y al 10% 0.322

*Los valores presentados son de los estadígrafos respectivos.

Fuente: OLADE – SIEE, 2010.

Elaborado por: Suárez, 2010.

Para la Prueba de Engle-Granger se debe tomar la ecuación (3.3) y obtener los residuos para aplicarles la prueba ADF. Así pues queda definida la siguiente expresión:

$$u_t = EC_t - \beta_0 - \beta_1 PIBp_t - \beta_2 PIBp_t^2$$

Al someter a u_t a un análisis de raíz unitaria, se espera descubrir que es estacionaria; es decir, que la combinación lineal cancelará las tendencias estocásticas presentes en las dos series. Sin embargo se debe precautelar que los valores críticos de significancia ADF o τ estimado no son del todo apropiados. Engle y Granger han calculado estos valores, donde los valores críticos de τ al 1%, 5% y 10% son -2.5899, -1.9439, -1.6177 respectivamente.

Los resultados muestran en la mayoría de los casos, que los valores absolutos del τ estimado exceden los valores críticos al menos al 90% del nivel de confianza; en conclusión el u_t estimado es estacionario es decir no tiene raíz unitaria por tanto EC_t y $PIBp_t$ están cointegrados a pesar de no ser series estacionarias individualmente (celdas amarillas y tomates).

Para la Prueba Durbin-Watson sobre la regresión de cointegración (DWRC) se utiliza el valor d de Durbin Watson obtenido de la regresión de cointegración (3.3) donde cuyos valores críticos fueron suministrados inicialmente por Sargan y Bhargava y la hipótesis nula en vez de $d = 2$ es $d = 0$ ⁸⁵. En base en 10.000 simulaciones, cada una de ellas conformada por 100 observaciones, los valores críticos resultantes al 1%, 5% y 10% para probar la hipótesis de que la verdadera $d = 0$ fueron 0.511, 0.386 y 0.322 respectivamente. Así el d calculado en la mayoría de modelos está por encima de los niveles críticos, lo cual señala que la combinación lineal entre EC_t y $PIBp_t$ están cointegradas al menos al 90% del nivel de confianza (celdas amarillas y tomates).

Hay que considerar que con base a las pruebas EG y DWRC las series EC_t y $PIBp_t$ en su mayoría están cointegradas en el tiempo (el 79% o 108 modelos para el primer caso y el 72% o 99 modelos para el segundo), a pesar de que individualmente están presentan caminatas aleatorias.

⁸⁵ Esto se debe a que como $d = 2(1-\rho)$, si hubiera una raíz unitaria, la ρ estimada sería casi 1, lo cual implicaría que d sería casi cero.

Por tanto, se puede decir que existe una relación estable a largo plazo entre crecimiento económico y degradación ambiental en algunos países de América Latina y el Caribe; a pesar de que exista una cierta divergencia entre los dos análisis de cointegración, pues en casos específicos para algunas regresiones, sus resultados no son muy concluyentes, ya que en un caso si bien una prueba señala que la regresión esta cointegrada, la otra no⁸⁶.

En este estudio en particular y en esta sección en específico, lo único que se busca es mostrar que bajo un modelo MCO existe una influencia del crecimiento económico de un país en su degradación ambiental. En este sentido, se considera este método muy simple si se toma en cuenta que ciertas variables explicativas del modelo están siendo explicadas por otras variables que no están explícitas en el mismo. En este caso es necesario realizar un análisis más complejo, como es el SUR.

3.3. Análisis econométrico de la relación entre el medio ambiente y crecimiento económico mediante el método de regresiones aparentemente no relacionadas

Al no observarse variables endógenas como variables predeterminadas en otras ecuaciones del sistema, el proceso para cada una de las ecuaciones o modelo de la CKA para cada país de América Latina y el Caribe es la estimación mediante el método MCO. Sin embargo, eso sería lo más adecuado si los modelos fueran completamente independientes en el sentido de que la variabilidad de alguna de las variables endógenas de un modelo de un país no afecta el comportamiento de algún otro modelo de otro país⁸⁷.

En esta investigación esa deducción puede no ser tan correcta por la presencia de un *“tipo de movimiento simultáneo de todas las ecuaciones originado por una supuesta relación contemporánea entre los términos de error que no se origina por la presencia de variables endógenas como variables predeterminadas de las ecuaciones”* (Araya y Muñoz, 1996: 02). Por lo que los modelos de la CKA para cada

⁸⁶ Esto no es un problema particular del estudio sino que hay un gran debate sobre la superioridad del DWRC sobre el ADF, por lo que se han construido otro tipo de pruebas más potentes para suplantar esta problemática como el método Johansen que no se lo ha considerado en este estudio.

⁸⁷ En el vocabulario econométrico ello sería equivalente a decir que la matriz de varianzas y covariancias del sistema de ecuaciones tiene triángulos iguales a cero. En otras palabras, sería una matriz con una diagonal diferente de cero y cuyas entradas serían las varianzas de los términos de error de cada ecuación (Araya y Muñoz, 1996: 01-02).

país que aparentemente no están correlacionadas, pueden sí estarlo por medio de correlaciones implícitas, entre los términos de error.

En base a este contexto, el análisis de la CKA ha generado un amplio debate pues existen varios efectos directos e indirectos que son difíciles de identificar y peor aun de cuantificar. Además que es muy simple señalar que las variables de un país solo influyen o son influidas por las variables del mismo país y no de otros. Hay que tener mucho cuidado, pues al introducir en un análisis cuantitativo al medio ambiente, no necesariamente separar los datos por fronteras es lo más adecuado; pues en la naturaleza, más que límites trazados por el hombre hay ecosistemas que delimitan territorios, los cuales pueden estar dentro de dos o más países.

Esta imprecisión exige que los análisis de las relaciones económicas-ambientales de un país deban considerar también la influencia que puedan tener las demás relaciones de otros países de una región específica. En este caso, se define a América Latina y el Caribe como una sola región compuesta por diferentes países que dentro de su heterogeneidad convergen en grandes similitudes. En el lenguaje econométrico, se señala que existe la posibilidad de cometer un error si se consideran independientes a varias ecuaciones de regresión o relaciones económicas-ambientales de un país, cuando en realidad están asociadas por medio de los términos de error.

Frente a esto, tomando en cuenta que la CKA para los distintos contaminantes se la debe procesar para cada país, el resultante es que se tiene un sistema de ecuaciones lineales. En este sentido, el conjunto de ecuaciones y el cálculo para determinar los estimadores del modelo quedaría especificado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 ECp_{t1} &= \beta_{01} + \beta_{11} PIBp_{t1} - \beta_{21} PIBp_{t1}^2 + u_{t1} \\
 ECp_{t2} &= \beta_{02} + \beta_{12} PIBp_{t2} - \beta_{22} PIBp_{t2}^2 + u_{t2} \\
 \text{“} \quad \text{“} \quad \text{“} \quad \text{“} \quad \text{“} \quad \text{“} \\
 EC_{t23} &= \beta_{0\ 23} + \beta_{1\ 23} PIBp_{t23} - \beta_{2\ 23} PIBp_{t23}^2 + u_{t23}
 \end{aligned}$$

Dichas ecuaciones se las coloca de forma matricial y se realiza las operaciones respectivas para el cálculo de los coeficientes del modelo:

$$\begin{vmatrix} EC_{t1} \\ EC_{t2} \\ \text{“} \\ EC_{t23} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \beta_{01} + \beta_{11} PIBp_{t1} + \beta_{21} PIBp_{t1}^2 \\ \beta_{02} + \beta_{12} PIBp_{t2} + \beta_{22} PIBp_{t2}^2 \\ \text{“} \\ \beta_{023} + \beta_{123} PIBp_{t23} + \beta_{223} PIBp_{t23}^2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} u_{t1} \\ u_{t2} \\ \text{“} \\ u_{t23} \end{vmatrix}$$

$$EC = PIBp \beta + U$$

$$\begin{vmatrix} EC_{t1} \\ EC_{t2} \\ \text{“} \\ EC_{t23} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 PIBp_{t1} PIBp_{t1}^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 PIBp_{t2} PIBp_{t2}^2 & \dots & 0 \\ \text{“} & \text{“} & \text{“} & \text{“} \\ 0 & 0 & \dots & 1 PIBp_{t23} PIBp_{t23}^2 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{21} \\ \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \\ \beta_{023} \\ \beta_{123} \\ \beta_{223} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} u_{t1} \\ u_{t2} \\ \text{“} \\ u_{t23} \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} EC_{t1} \\ EC_{t2} \\ \text{“} \\ EC_{t23} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 PIBp_{t1} PIBp_{t1}^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 PIBp_{t2} PIBp_{t2}^2 & \dots & 0 \\ \text{“} & \text{“} & \text{“} & \text{“} \\ 0 & 0 & \dots & 1 PIBp_{t23} PIBp_{t23}^2 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{21} \\ \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \\ \beta_{023} \\ \beta_{123} \\ B_{223} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} u_{t1} \\ u_{t2} \\ \text{“} \\ u_{t23} \end{vmatrix}$$

$$\Phi = E(UU') = \begin{vmatrix} \sigma_{11} I_N & \sigma_{12} I_N & \dots & \sigma_{1m} I_N \\ \sigma_{21} I_N & \sigma_{22} I_N & \dots & \sigma_{2m} I_N \\ \text{“} & \text{“} & \dots & \text{“} \\ \sigma_{m1} I_N & \sigma_{m2} I_N & \dots & \sigma_{mm} I_N \end{vmatrix} = \Sigma \otimes I$$

Donde $N=39$

$$\Sigma = \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{mm} \end{vmatrix}$$

$$\hat{\beta} = [PIBp' \Phi^{-1} PIBp]^{-1} PIBp' \Phi^{-1} ECp = [PIBp' (\Sigma^{-1} \otimes I) PIBp]^{-1} PIBp' (\Sigma^{-1} \otimes I) ECp$$

Los resultados obtenidos del análisis SUR para cada una de las emisiones contaminantes son los siguientes:

Gráfico N° 15
Significancia de los coeficientes y las regresiones del modelo de la CKA
Método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR)
(1970-2008)

Var.	CO			CO2			HC			Nox			PAR			SO2		
País	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2	Ec.	β_1	β_2
ARG	***	0.30	-0.00	***	-36.19	0.00	***	0.09	-0.00	***	-0.20	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.03	0.00
BAR	***	-0.01	0.00	***	0.27	-0.00	ns	0.01	-0.00	***	0.00	0.00	***	0.00	-0.00	***	0.00	-0.00
BOL	***	0.38	-0.00	***	27.16	-0.01	***	4.45	-0.00	***	0.24	-0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.11	0.00
BRA	***	-2.07	0.00	***	-77.62	0.03	***	-0.54	0.00	***	-0.23	0.00	***	-0.12	0.00	***	0.32	-0.00
CHL	***	0.21	-0.00	***	2.40	0.00	***	0.01	-0.00	***	0.00	0.00	***	0.00	-0.00	***	0.03	-0.00
COL	***	0.46	-0.00	***	-12.19	0.01	***	-0.00	0.00	***	-0.17	0.00	***	0.00	0.00	***	0.06	-0.00
CR	***	-0.04	0.00	***	-1.89	0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.00	0.00
ECU	***	0.19	0.00	***	-18.77	0.02	***	0.10	-0.00	***	-0.18	0.00	***	0.00	0.00	***	-0.03	0.00
EL SAL	***	-0.12	0.00	***	-5.33	0.00	***	-0.04	0.00	***	-0.02	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.03	0.00
GUA	***	-1.65	0.00	***	-57.94	0.03	***	-0.04	0.00	***	-0.40	0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.21	0.00
GUY	***	-0.11	0.00	***	11.22	-0.01	***	0.00	-0.00	***	0.04	-0.00	***	0.00	-0.00	***	0.17	-0.00
HAI	***	0.63	-0.00	***	12.22	-0.02	***	-0.00	-0.00	***	0.08	-0.00	***	0.00	-0.00	***	-0.02	0.00
HON	***	-0.41	0.00	***	-26.31	0.02	***	-0.00	0.00	***	-0.16	0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.18	0.00
JAM	***	-0.14	0.00	***	-3.36	0.00	***	0.00	0.00	***	-0.04	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.01	0.00
MEX	***	-8.23	0.00	***	-305.92	0.04	ns	-0.33	0.00	***	-2.79	0.00	***	-0.07	0.00	***	-1.23	0.00
NIC	***	0.11	-0.00	***	9.89	-0.00	***	-0.01	0.00	***	0.05	-0.00	***	0.01	-0.00	***	0.07	-0.00
PAN	***	0.04	-0.00	***	0.43	0.00	***	0.00	-0.00	***	0.01	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.00	0.00
PAR	***	-0.40	0.00	***	-12.78	0.01	***	-0.00	0.00	***	-0.14	0.00	***	0.00	-0.00	***	0.00	-0.00
PER	***	-0.26	0.00	***	-60.75	0.02	***	-0.04	0.00	***	-0.67	0.00	***	0.02	-0.00	***	-0.08	0.00
RD	***	0.05	0.00	***	-3.00	0.00	***	0.00	0.00	***	0.01	0.00	***	0.00	0.00	***	-0.04	0.00
TYT	***	0.02	-0.00	***	-1.17	0.00	***	-0.04	0.00	***	-0.01	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.02	0.00
URU	***	0.02	-0.00	***	0.01	0.00	***	-0.00	0.00	***	-0.00	0.00	***	0.00	-0.00	ns	0.00	-0.00
VEN	***	1.87	-0.00	***	62.26	-0.01	*	-0.24	0.00	***	0.28	-0.00	***	0.01	-0.00	***	0.15	-0.00

Nivel de Significancia $\rho > Z (Ec., \beta_1 \text{ y } \beta_2)$	
***	99% de nivel de significancia $0 < P \leq 0.01$
**	95% de nivel de significancia $0.01 < P \leq 0.05$
*	90% de nivel de significancia $0.05 < P \leq 0.10$
ns	no significativo $P > 0.10$

*Los valores presentados son de los coeficientes.
Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: Suárez, 2010.

Al construir los respectivos modelos de la CKA mediante el método SUR, los estimadores en su mayoría resultaron significativos a diferencia de la estimación MCO. Sin embargo, las regresiones aparentemente no relacionadas demandan comprobar si es eficiente la estimación mediante este método. Para este caso, se estima la correlación entre los errores de los modelos de la CKA de los diferentes países mediante la Prueba de Breusch-Pagan; tomando en cuenta, que tanto las estimaciones de los coeficientes y sus errores estándar son diferentes de las estimaciones del modelo de MCO que se mostro anteriormente. En el gráfico 16 se presentan los dos tipos de métodos y el coeficiente de determinación R^2 o bondad del ajuste de las regresiones⁸⁸, omitiendo aquellas regresiones no cointegrantes.

⁸⁸ El R^2 está entre 1 y 0; si es 1 se ajusta perfectamente y si es 0 no hay relación alguna entre la variable dependiente y la variable explicativa.

Gráfico N° 16
Independencia y bondad del ajuste del modelo de la CKA
Método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR)
(1970-2008)

Var.	CO		CO2		HC		NOX		PAR		SO2	
Método	MCO	SUR	MCO	SUR	MCO	SUR	MCO	SUR	MCO	SUR	MCO	SUR
País	R ²											
ARG	0.25	0.23		0.54	0.31	0.30		0.43	0.36	0.34		0.10
BAR		0.69		0.71	0.09	0.09		0.69	0.63	0.63	0.66	0.66
BOL	0.06	0.06		0.10	0.14	0.12		0.12	0.51	0.51		0.13
BRA	0.93	0.93	0.92	0.92	0.86	0.86	0.90	0.90	0.86	0.86	0.77	0.77
CHL	0.94	0.94	0.97	0.97	0.84	0.84	0.97	0.97	0.58	0.57	0.70	0.70
COL		0.15		0.66	0.25	0.24		0.75		0.79	0.40	0.39
CR	0.81	0.81	0.87	0.87	0.87	0.87		0.82	0.73	0.73	0.76	0.75
ECU	0.85	0.85		0.86	0.13	0.10	0.84	0.84	0.92	0.91	0.82	0.82
EL SAL		0.54		0.56	0.61	0.60		0.48	0.78	0.78	0.69	0.69
GUA	0.84	0.84	0.83	0.83	0.83	0.82	0.76	0.76	0.58	0.58	0.78	0.78
GUY	0.87	0.87	0.42	0.42	0.45	0.44	0.75	0.75	0.80	0.80	0.48	0.47
HAI		0.28	0.30	0.27	0.32	0.31	0.31	0.29	0.35	0.34	0.16	0.14
HON	0.75	0.75		0.80		0.59	0.72	0.71	0.82	0.82	0.90	0.90
JAM	0.79	0.78	0.90	0.90	0.32	0.32	0.58	0.58		0.22	0.59	0.59
MEX		0.81		0.76	0.03	0.03	0.92	0.91		0.69		0.52
NIC		0.17		0.16	0.61	0.61		0.25		0.16		0.15
PAN	0.88	0.87	0.89	0.89	0.64	0.64	0.89	0.89	0.57	0.54	0.45	0.44
PAR	0.83	0.83		0.73	0.82	0.82		0.71	0.41	0.41	0.17	0.17
PER	0.15	0.14		0.31		0.33		0.35	0.31	0.30		0.20
RD	0.62	0.61	0.89	0.89	0.18	0.18	0.84	0.84	0.81	0.81	0.83	0.82
TYT		0.44		0.78	0.41	0.41		0.87	0.94	0.93		0.92
URU	0.40	0.38	0.32	0.30	0.35	0.34	0.81	0.81	0.17	0.16	0.06	0.05
VEN		0.16		0.19		0.05	0.20	0.19	0.30	0.30		0.12
Pr B-P test		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00

Breusch-Pagan test of independence: χ^2 , pr		
***	99% de nivel de significancia	$0 < P \leq 0.01$
**	95% de nivel de significancia	$0.01 < P \leq 0.05$
*	90% de nivel de significancia	$0.05 < P \leq 0.10$
ns	no significativo	$P > 0.10$

Coeficiente de Determinación R ²		
	Alta	$0.75 < R^2 \leq 1$
	Media Alta	$0.50 < R^2 \leq 0.75$
	Media Baja	$0.25 < R^2 \leq 0.50$
	Baja	$0.25 < R^2 \leq 0$

*Los valores presentados son del coeficiente de determinación R².
Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: Suárez, 2010.

El Test Breusch-Pagan señala para los seis modelos de CKA una probabilidad Chi² de 0.00, lo cual significa que los residuos de las diferentes ecuaciones no son independientes. Esto significa que para cada contaminante, los modelos de cada país están relacionados entre sí por lo que no sería eficiente establecer regresiones

separadas usando estimadores MCO⁸⁹.

Adicionalmente, al observar el coeficiente de determinación R^2 , se puede decir que de los 138 modelos de CKA, 52 indican la presencia de un alto porcentaje de explicación del modelo por sus respectivas variables, 30 señalan un medio-alto porcentaje, 26 un medio-bajo y 30 un bajo. En suma, las variables de los diferentes modelos en su mayor porcentaje se ajustan a su línea de regresión frente a su respectivo conjunto de datos. De esta manera, si todas las observaciones cayeran en la línea de regresión, se obtendrían un ajuste perfecto, aunque raramente se presenta este caso; puesto que generalmente, hay algunas \hat{u}_i positivas y \hat{u}_i negativas que se espera que sean lo más pequeño posible.

Vale destacar que las R^2 determinadas por el método de MCO son similares a las calculadas por el método SUR, pues solo varían un poco. A diferencia de la significancia, pues si bien el método de MCO presento que de los 138 modelos, 10 ecuaciones, 48 coeficientes del PIBp al nivel y 38 coeficientes del PIBp al cuadrado eran no significativos; el método SUR presentó que de los 138 modelos, 3 ecuaciones, 27 coeficientes del PIBp al nivel y 25 coeficientes del PIBp al cuadrado eran no significativos. Lo cual comparablemente señala que el modelo SUR ha mejorado la significancia de los estimadores y las regresiones de la influencia del crecimiento económico en la degradación ambiental.

En este contexto, para presentar los modelos más eficientes para dar respuesta a la hipótesis planteada del estudio solo nos centraremos en los resultados del método SUR. Por tanto, el análisis siguiente se concentra en aquellos modelos que económicamente señalan la existencia de una influencia del crecimiento económico sobre la degradación ambiental. Por tanto se omiten aquellos que no resultaron significativos en al menos un parámetro y/o en su ecuación; aquellos que obtuvieron un R^2 bajo, en el intervalo $0.25 < R^2 \leq 0$; y, para evitar cualquier controversia analítica, aquellos que no se haya cointegrado por cualquiera de los dos métodos presentados la sección anterior. Los resultados se muestran a continuación.

⁸⁹ Recuérdese que el estadístico de contraste de Breusch-Pagan permite rechazar la hipótesis nula de independencia de los residuos entre las ecuaciones, justificando la utilización del estimador SUR.

Gráfico N° 17
Modelos resultantes de la CKA
Método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR)
(1970-2008)

Var.	CO		CO2		HC		NOx		PAR		SO2	
País	PIBp*	Graf.	PIBp*	Graf.	PIBp*	Graf.	PIBp*	Graf.	PIBp*	Graf.	PIBp*	Graf.
ARG	5,563.20	c	5,539.94	d	3,889.48	c	4,836.56	d	5,507.46	d	5,039.65	d
BAR	3,042.16	d	41,609.29	c	5,809.69	c	4,387.68	d	15,842.11	c	9,056.16	c
BOL	1,185.82	c	1,297.49	c	1,064.99	c	1,413.85	c	775.65	d	730.64	d
BRA	1,323.83	d	1,130.11	d	2,237.03	d	564.18	d	2,638.10	d	9,432.58	c
CHL	10,406.28	c	1,140.50	d	5,616.28	c	231.17	d	11,847.88	c	30,043.43	c
COL	3,256.21	c	868.49	d	357.25	d	1,153.41	d	55.79	d	2,492.82	c
CR	1,214.03	d	1,708.10	d	2,050.93	d	1,653.62	d	2,287.17	d	1,953.91	d
ECU	459.97	d	490.83	d	1,358.82	c	543.05	d	164.22	d	292.04	d
EL SAL	1,185.08	d	1,171.71	d	1,509.98	d	1,042.49	d	1,167.20	d	1,191.74	d
GUA	1,065.49	d	1,061.23	d	1,087.40	d	1,051.19	d	1,017.53	d	1,053.68	d
GUY	448.11	d	735.08	c	1,055.43	c	1,200.44	c	5,658.40	c	641.87	c
HAI	415.16	c	401.23	c	1,563.11	c	405.53	c	400.30	c	467.40	d
HON	744.56	d	789.18	d	682.49	d	770.23	d	823.42	d	832.22	d
JAM	1,852.69	d	1,413.93	d	200.56	d	1,566.56	d	1,279.72	d	806.09	d
MEX	4,149.02	d	4,190.14	d	4,331.37	d	4,306.07	d	4,370.95	d	4,316.18	d
NIC	1,279.26	c	1,057.83	c	1,409.67	d	989.10	c	1,079.05	c	1,087.56	c
PAN	32,111.25	c	1,157.92	d	5,147.58	c	15,179.73	d	733.70	d	1,557.08	d
PAR	888.88	d	809.06	d	908.43	d	806.28	d	1,000.68	c	2,659.25	c
PER	1,671.34	d	1,934.62	d	2,003.71	d	1,999.52	d	1,900.48	c	1,544.36	d
RD	2,920.27	d	680.44	d	249.69	d	1,096.82	d	3,933.09	d	1,364.49	d
TYT	14,262.91	c	1,699.25	d	9,944.79	d	2,187.42	d	1,202.80	d	2,825.11	d
URU	10,498.39	c	166.62	d	3,109.05	d	2,237.44	d	3,707.06	c	3,399.62	c
VEN	4,161.77	c	4,063.41	c	3,413.96	d	4,022.87	c	4,915.15	c	4,012.02	c

Notas:

*Celdas blancas son los modelos eficientes y las celdas plomas son modelos omitidos.

* **Gráficos:** a) Relación inversa; b) Relación directa; c) Relación de U invertida; y, d) Relación de U abierta.

* **Primera Derivada:** Si $\partial EC/\partial PIBp > 0$ la función es creciente y Si $\partial EC/\partial PIBp < 0$ la función es decreciente.

* **Segunda Derivada:** Si $\partial^2 EC/\partial PIBp^2 < 0$ existe un máximo y hay una relación de U invertida ; d) Si $\partial^2 EC/\partial PIBp^2 > 0$ existe un mínimo y hay una relación de U abierta.

Fuente: OLADE – SIEE, 2010.

Elaborado por: Suárez, 2010.

El gráfico 17 señala que en América Latina y el Caribe, la degradación ambiental está influenciada por el PIBp para cada país al menos para un tipo de contaminante. Se detectaron relaciones económico-ambientales en varios países (9 países para el caso del CO, en 8 para el caso del CO2, en 9 para el caso del HC, en 10 para el caso del NOX, en 12 para el caso de PAR y en 8 para el caso del SO2), es necesario observar si esas relaciones presentan una forma de U invertida como teóricamente se ha señalado que es el patrón gráfico de la CKA.

Como se señaló anteriormente, el modelo ajustado puede ser una aproximación razonablemente buena de la realidad; sin embargo, se tienen que desarrollar criterios adecuados estadísticamente significativos para probar la teoría. En este caso, la hipótesis de la CKA señala que para que se cumpla la teoría se espera que sus

estimadores tomen los siguientes signos: $\beta_1 > 0$ y $\beta_2 \leq 0$. Así se observa que de los 56 modelos eficientes resultantes, 14 presentan una curva en forma de U invertida mientras que los 42 restantes presentan una relación de U abierta⁹⁰. De esta manera, el modelo se ajusta gráfica y econométricamente, para las emisiones de CO en Chile y Uruguay; las emisiones de CO₂ en Guyana y Haití; las emisiones de HC en Chile y Panamá; las emisiones de NOX en Haití; las emisiones de PAR, en Haití, Paraguay, Perú y Venezuela; y, las emisiones de SO₂, en Barbados, Colombia y Guyana.

Respecto a los PIBp* en los modelos que más se ajustan, para que el crecimiento económico comience a influir de manera positiva en el medio ambiente se debe alcanzar un ingreso por habitante de alrededor de 401,23 USD para el modelo (CO₂), USD 405,53 (NOX) y USD 400,30 (PAR) dependiendo del contaminante para Haití; de 735,08 (CO₂) y 641,87 (SO₂) para Guyana; de USD 1.000,68 (PAR) para Paraguay; de USD 10.406,28 (CO) y USD 5.616,28 (HC) para Chile; de USD 10.498,39 (CO) para Uruguay; de USD 5.147,58 (HC) para Panamá; de USD 1.900,48 (PAR) para Perú; de USD 4.915,15 (PAR) para Venezuela; de USD 9.056,16 (SO₂) para Barbados; y, de USD 2.492,82 (SO₂) para Colombia.

En este marco, para algunos países latinoamericanos alcanzar el PIBp* estimado aún está aún lejos; sin embargo, el cálculo de estos puntos de inflexión arrojan resultados más coherentes con la realidad de cada país, a diferencia del análisis de datos de panel que se observó anteriormente.

Es en este contexto, que el modelo de la CKA tal como está concebido exige una interpretación mucho más amplia y minuciosa, considerando que en base a los resultados obtenidos, en algunos modelos al parecer la mayoría de gráficas están muy lejos de lo que teóricamente se ha sustentado (los modelos en vez de presentar una gráfica en forma de U invertida se presentan en forma de U abierta); y, en otros modelos, a pesar de cumplir los distintos supuestos, parecerían estar muy lejos de la realidad (los resultados arrojan PIBp* sobrevalorados).

⁹⁰ Al determinar la primera derivada de la ecuación de los modelos planteados se puede observar sus distintas tendencias antes y después de alcanzar el punto de inflexión; lo cual, señala la presencia de relaciones tanto de curvas de U invertida como de una relación de U abierta. De igual manera, al determinar la segunda derivada de la ecuación de los modelos planteados se puede observar la presencia de máximos y mínimos en la curva; lo cual, confirma que la influencia del crecimiento económico en la degradación ambiental puede tener distintos patrones para cada país y para cada contaminante en particular. En este estudio en general, existe una mayor presencia de mínimos en las curvas, lo cual difiere teóricamente de lo que promulga el modelo de la CKA.

3.4. Interpretación de la Relación entre el Medio Ambiente y el Crecimiento Económico

3.4.1. Interrogantes y controversias detrás de los modelos de la CKA resultantes

Durante las últimas décadas, se ha producido un creciente interés por la influencia de la actividad económica en el medio ambiente con planteamientos diferentes en cada caso. Uno de estos es la hipótesis de la CKA, donde se analiza el efecto del ingreso en el medio ambiente, se deduce una gráfica funcional en forma de U invertida y se concluye que los países, a medida que van acumulando riqueza, tienen mejores condiciones para reparar el daño medioambiental provocado por el crecimiento económico.

Sin duda, esto ha traído diversas críticas, en el planteamiento, por la especificación de la ecuación y las variables de análisis; en el soporte teórico, por los supuestos controversiales de la economía neoclásica, la de los recursos naturales y la ambiental⁹¹; en la metodología, por los diversos métodos econométricos existentes para determinar el modelo; y, en la interpretación y el nivel análisis de la CKA, por que los análisis pueden ser globales y/o locales.

De esta manera, varias preguntas se espera que respondan los distintos estudios, unas pocas de estas son: en el planteamiento, ¿Se debería introducir un mayor o menor número de variables en los modelos? ¿Se deben plantear ecuaciones simples o complejas?; en el soporte teórico, ¿Economía ecológica o economía ambiental? ¿Escasez absoluta o relativa?; ¿Valor instrumental o intrínseco? ¿Deben hacerse todos los países ricos para lograr un medio ambiente sano?; en la metodología, ¿La contradicción de los resultados se debe a la sensibilidad de algunos métodos y pruebas econométricas? ¿Cuál es el modelo econométrico más adecuado para determinar el modelo de la CKA?; y, en la interpretación ¿el nivel de análisis debe ser global o local? ¿Es imposible encontrar un PIBp* que se ajuste a la realidad de todos los países?.

⁹¹ Sostienen un punto de vista “optimista” donde señalan que no existe peligro alguno en continuar creciendo sin límites; pues, en el futuro la población será lo suficientemente rica como para resolver los problemas ambientales; pues existe una sustitución perfecta entre los recursos naturales y los bienes de capital.

Estos son, entre otros interrogantes más, los que ha pretendido responder el presente estudio, señalando que si bien las distintas aproximaciones empíricas han supuesto diversos esfuerzos por tratar de ir más allá al buscar comprender y explicar los factores que están detrás de la CKA, en este caso, solo se realizara una interpretación global, ante la cantidad de resultados obtenidos, pues de lo contrario para cada uno de los 23 países con cada contaminante se debería realizar un análisis específico, lo cual está fuera del alcance de esta investigación. Así pues, antes de dar una respuesta final a la existencia o no de una CKA para América Latina y el Caribe; se responderá, los interrogantes anteriormente planteados.

3.4.2. El problema del planteamiento de las ecuaciones y la especificación de las variables

Los planteamientos originales de la CKA proponían una ecuación en forma reducida en base a un concepto determinista del ingreso como se lo había mencionado anteriormente. Sin embargo, diversos estudios han replanteado esta propuesta incorporando al análisis una serie de variables adicionales sin perder el planteamiento original y otras totalmente reestructurando el modelo. En este sentido, lo que cabe señalar es que muchas veces los planteamientos del modelo en vez de comprobar la influencia del crecimiento económico en el medio ambiente, se apartan del análisis inicial tratando de alcanzar modelos econométricamente eficientes distanciándose de la especificidad que propone el modelo de la CKA. De esta manera, el presente estudio planteó el modelo más simple de la CKA para determinar su existencia o no, donde se determina la influencia del crecimiento económico, mediante el PIBp en el medio ambiente, mediante el contraste de un indicador de emisiones de contaminantes.

En este contexto también, otra de las dificultades es establecer que variables deberían entrar en el análisis, pues si bien se ha incrementado el interés por el medio ambiente, la información relativa a este tópico es todavía escasa principalmente en regiones como la nuestra. Así muchas veces en vez de plantear una investigación desde un tema específico que se desprende de una realidad, una necesidad o un interés en particular; los estudios parten del nivel de información de las variables para después plantear en que hacer el estudio. Es así, que estudios relativos a la CKA para América Latina y el Caribe y los países que la componen son escasos. Además, con

relación a estos pocos estudios, otro tema que genera controversia es si los datos utilizados son fiables o no, pues muchas veces son aproximaciones calculadas por países desarrollados que presentan datos que se encuentran muy lejos de la realidad. Adicionalmente, es necesario señalar, que *“la evidencia empírica sólo apoya la relación entre la renta y algunos indicadores, particularmente aquéllos relacionados con la calidad del aire”* (Capó, 2009: 09).

3.4.3. El problema del soporte teórico detrás del modelo de la CKA

Ciertas posiciones económicas señalan que el crecimiento económico por sí solo no resuelve el problema de la degradación ambiental. Otras mucho más radicales como la ecológica profunda, descartan los supuestos de escasez relativa, sustentabilidad débil y valor instrumental, proponiendo la preservación extrema mediante la aceptación de la bioética. Estas descartan el mecanismo de mercado para la remediación ambiental, como sí lo acepta la escuela neoclásica. En este sentido, la CKA a pesar de que nace de esta última escuela de pensamiento, ha tenido cada vez mayores sustentos teóricos al incorporar supuestos de la economía ambiental y de los recursos naturales. Así muchos de los efectos que han causado que algunos países o regiones que están por encima del PIBp* se mantenga en armonía con el medio ambiente, se debe a que han incluido en sus políticas, los problemas medio ambientales. Por tanto, el pensar que los bienes de capital pueden ser sustitutos del medio ambiente no es un criterio muy desacertado; y por ende, el modelo de la CKA y su enfoque teórico tampoco.

Si bien, la economía ecológica investiga aspectos que quedan ocultos por un sistema de precios que infravalora la escasez y los perjuicios ambientales y sus repercusiones sobre el presente y el futuro; existe una preocupación presente además de los problemas ambientales, que es la pobreza y la difícil distribución de la riqueza existente, la cual no está ampliamente desarrollada y teóricamente sustentada en la economía ecológica. Mientras que la economía ambiental, siendo una ampliación de la economía neoclásica, que ha sido sustentada teórica, matemática y empíricamente, considera o da respuesta a muchos inconvenientes económicos presentes en la actualidad. Claro está, que no es el mejor sistema, pues presenta graves problemas estructurales, pero al menos es factible a corto plazo ante el comportamiento

persistente del ser humano. Vale la pena señalar que es más fácil ajustar la economía que cambiarla a una visión totalmente diferente. Por tal motivo, no se descarta que la economía ecológica sea una buena opción, pero el cambio a una economía ambiental es más factible ante el sistema actualmente establecido y los grupos que lo manejan.

Actualmente, las economías necesitan crecer, pero los límites físicos reconocidos por la economía ecológica advierten los problemas que esto puede causar, lo cual limita ese objetivo de crecimiento. Esta escuela descarta mucho de lo que sostiene la economía ambiental y critica esencialmente los supuestos que se plantean. Se debe estar consciente de que la discusión de ¿Que es mejor la economía ambiental o la economía ecológica?, puede no tener respuesta inmediata, por lo que pueden pasar muchos años más sin que se actúe ante esta urgencia inmediata. Por tanto, más factible sería preguntarse ¿Cuál de las dos posiciones está preparada para ajustarse al sistema actualmente establecido?, pues es posible que primero se necesite que la sociedad se desarrolle dentro de un esquema de la economía ambiental antes de pasar a un esquema más radical y más distante de la conciencia humana que es la economía ecológica.

El crecimiento económico, requerimiento actual del sistema señala que la única posible alternativa para alcanzarlo de forma armonizada con el medio ambiente es mediante la economía ambiental, pues el supuesto de sustentabilidad débil da la oportunidad de sustituir cierto capital natural usado para el crecimiento económico, con el capital fabricado por el ser humano. Por lo que aunque muchos grupos no estén satisfechos con esto, hay que señalar que difícilmente se alcanzará una economía ecológica, sin al menos convertirle al capitalismo en algo más ambiental.

El modelo de la CKA si bien no se ajusta a ciertas realidades como se ha observado en los resultados para algunos de los contaminantes de ciertos países, es un buen paso para planificar las políticas. Es así que se acepta la posición de que puede haber crecimiento económico en armonía con el medio ambiente a pesar de la existencia de degradación ambiental (economía ambiental) y explotación de los recursos naturales (economía de los recursos naturales); pues los recursos monetarios generados, permitirían proteger al medio ambiente y explotar menos recursos.

3.4.4. El problema de la sensibilidad de los métodos y estadígrafos econométricos

El uso de distintas metodologías econométricas ha generado un amplio debate al momento de validar el modelo de la CKA. Pues se ha señalado que *“aun cuando se trabaje con la misma base de datos, los resultados obtenidos pueden ser diferentes según el uso distinto que se haga de los métodos econométricos”* (Saravia, 2002: 264).

Gran parte de esta investigación considera el hecho de que las técnicas econométricas usadas pueden traer resultados distintos; por lo que se ha preocupado en presentar de manera paulatina distintos métodos que arrojan los siguientes resultados:

El modelo no paramétrico señala la existencia de una CKA para América Latina y el Caribe en forma de U invertida con respecto a las emisiones de CO, HC y SO₂; y, una forma funcional tipo CKA parcial (relación directa, fase positiva de la CKA) con respecto a las emisiones de CO₂, NO_x y PAR. El modelo de datos de panel con efectos aleatorios presenta una CKA para América Latina y el Caribe en forma de U invertida con respecto a las emisiones de CO y HC. El modelo de series de tiempo cointegrante presenta modelos de CKA eficientes solo para algunos países, así de 138 ecuaciones, 48 se pueden decir que son válidas, y no todas presentan la forma funcional de U invertida. En cuanto al método SUR, de la misma forma que en el método MCO, solo en ciertos países se han determinado modelos eficientes, así de 138 ecuaciones, 56 son válidas, de las cuales solo 14 cumple la forma funcional de U invertida. Lo cierto es que al menos en cada país existe al menos evidencia de una influencia del crecimiento económico en el medio ambiente dependiendo del contaminante, aunque esta no presente la gráfica típica de la CKA.

En este sentido, mientras más exhaustivo se pueda ser en el análisis econométrico, más herramientas se tienen para defender o criticar la hipótesis de la CKA. En nuestro caso, los resultados señalan que dependerá de cada situación el que exista un relación económica-ambiental; sin embargo, se puede estar descartando que la forma funcional de U invertida, es un patrón estándar de curva al menos para los países de América Latina y el Caribe.

3.4.5. Nivel de análisis e interpretación de la Curva de Kuznets Ambiental

La validez o no de la curva, no solo dependerá de los aspectos anteriormente señalados; también, dependerá del nivel de análisis que se pretende llegar y posteriormente su interpretación. Si partimos que existe una CKA y por tanto un PIBp* para todos los países, o al menos para una región de países, el análisis debe ser cauteloso. En nuestro caso, al realizar un pequeño examen de datos de panel, se pudo comprobar que si bien existe evidencia de una CKA cuando se hace el análisis con dos tipos de contaminantes, estos pueden generar datos no muy reales ante la situación de países como Haití y la Guayana. Tomando en cuenta que entre los mismos países de esta región existe una gran heterogeneidad, al menos para América Latina y el Caribe, el plantear un único modelo de CKA no es adecuado.

En este contexto, se debe hacer hincapié que cada país tiene distinta realidad y por tanto su progresión natural de desarrollo necesariamente estará anclado a varios factores internos: si su economía es agraria, industrial o de servicios; si su nivel de tecnología es sofisticado o no; si tienen normas de regulación ambiental claras y políticas de corrección de fallos de mercado delimitadas; si existe un alto nivel de conciencia ambiental en su población; si su canasta de consumo, producción y exportación depende de factores negativos con el medio ambiente e incentivan a la sobrexplotación de los recursos naturales; etc. Así, todas estas implicaciones pueden no ser independientes, ni excluyentes entre sí; pero dependerán sin duda de cada país en particular. En base a esto, es necesario señalar que también puede ser erróneo pensar que solo realizando el análisis de un país sin incorporar lo que está pasando con los otros países al menos de la misma región, puede traer problemas, al no considerar los efectos entre fronteras y, de bienes públicos y ecosistemas regionales. En este sentido, se justifica el uso del método SUR para analizar la CKA para América Latina y el Caribe.

Adicionalmente, se debe considerar que para el análisis de la CKA, las variables de degradación ambiental generan distintos problemas, los cuales pueden ser vistos desde el punto de vista de su gestión, que hace referencia a la cobertura geográfica de sus efectos. En este sentido, las CKA deben ser analizadas en función de su ámbito de incidencia, es decir en base a criterios que incorporen uso de sistemas de

gestión ambiental, pues la degradación ambiental, pueden causar problemas globales, regionales o locales; tomando en cuenta, que las reducciones en un contaminante en un país pueden implicar incrementos en otros contaminantes en el mismo país o una transferencia de contaminantes a otros países.

Como se ha observado la CKA para América Latina y el Caribe, trae consigo resultados no concluyentes pues estos son diferentes dependiendo del país y del contaminante. Sin embargo, se tiene certeza de la existencia de una relación económica ambiental al menos para algunas realidades, por un lado donde el crecimiento económico en sus primeras etapas es perjudicial al medio ambiente, pero al pasar los años y al alcanzar cierto nivel de renta, genera efectos positivos; y, por otro lado, donde el crecimiento económico empieza con efectos positivos en el medio ambiente, pero que al pasar de los años, y al alcanzar un cierto nivel de renta empieza a ser perjudicial para el mismo.

En virtud de esto, la respuesta a la pregunta *¿De qué manera influye el crecimiento del PIB per cápita de los países de América Latina y el Caribe, en la degradación del medio ambiente, tomando como indicador las emisiones de contaminantes, sustentado en el modelo de la CKA entre el periodo 1970-2008?*, tendría dos respuestas:

De manera general, en América Latina y el Caribe, entre el periodo 1970-2008, la influencia negativa del crecimiento económico en el medio ambiente es menor, evidenciado porque el incremento de las emisiones de CO se reduce cada vez más (primera fase de la CKA) hasta alcanzar los USD 11.895,62 de PIBp (nivel de ingreso óptimo, donde cambia la tendencia de la curva); luego de esto, el aumento del ingreso empezará a disminuir dichas emisiones (segunda fase de la CKA). Se debe considerar que ningún país ha alcanzado esos niveles de ingreso entre el periodo 1970-2008, por tanto los países de América Latina y el Caribe se encuentran en la fase creciente de la CKA. Asimismo, con respecto a las emisiones de HC, si bien dichos contaminantes cada vez más, han sido generados (primera fase de la CKA), al alcanzar los USD 6.414,00 de PIBp (nivel de ingreso óptimo), dichas emisiones empezarán a disminuir (segunda fase de la CKA). Para este caso, solo Argentina (desde 1992), Barbados (desde 1999), Trinidad y Tobago (desde 2001), México (desde 2004) y Uruguay

(desde 2005) han sobrepasado esos niveles encontrándose en la fase decreciente de la CKA.

De manera específica, tomando el análisis por países y considerando que el método SUR genera los modelos más eficientes de la CKA, se señala que hay evidencia de una forma de U invertida cuando el PIBp influye en las emisiones de ciertos contaminantes. Esto se observa en el caso de Chile, Uruguay, Guyana, Haití, Panamá, Paraguay, Perú, Colombia y Barbados; los cuales presentan diferentes PIBp* que van desde los USD 400,30 como el caso de Haití con las emisiones de PAR a los USD 10.498,39 como es el caso de Uruguay con las emisiones de CO. Adicionalmente se debe señalar, que todos los países (excepto Haití, Perú y Colombia), dependiendo del contaminante, al menos presentan una CKA en forma de U abierta, los cuales no son teóricamente consistentes para el caso de Chile con el CO₂ y NO_x, República Dominicana con el NO_x y PAR, pues presentan PIBp* negativos.

En definitiva, esta investigación y los diferentes resultados arrojados en cierta forma validan la CKA, de manera general, se presenta para algunos, el caso regional de la CKA para América Latina y el Caribe (2 casos); y, de manera específica, para algunos de sus países (14 casos); concluyendo que el crecimiento económico si bien en un inicio va de la mano con la contaminación ambiental, éste al alcanzar un cierto nivel óptimo de ingreso, conducirá a generar una mejora en la calidad ambiental.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados generales

En general, se concluye que la existencia de una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental en América Latina y el Caribe, fundamentada bajo la hipótesis de la CKA entre el periodo 1970-2008, es cierta a nivel regional, para las emisiones de CO y HC. Sin embargo, dicha hipótesis es nula, al plantear el análisis con otras variables ambientales como el CO₂, NO_x, PAR y SO₂. Frente a esto, la teoría de la CKA puede ser contradictoria, pues no necesariamente se ajustan para todos los indicadores de degradación ambiental. Adicionalmente, los resultados en el PIBp* de la región de los modelos eficientes (USD 11.895,62 en el caso del CO y USD 6.414,00 en el caso del HC) escapan de las realidades de varios países, especialmente aquellos que tienen nivel de ingresos bajos. En este sentido, no es adecuado generalizar una sola CKA para un grupo de países, pues muchas veces estos presentan inmensas diferencias internas como es en el caso de América Latina y el Caribe.

Con respecto a la existencia de una relación entre crecimiento económico y degradación del medio ambiente por países, fundamentada bajo la hipótesis de la CKA entre el periodo 1970-2008, es cierta para 9 países (Chile, Uruguay, Guyana, Haití, Panamá, Paraguay, Perú, Guyana y Colombia), para 6 distintos contaminantes dependiendo el país (CO, CO₂, HC, NO_x, PAR y SO₂) y para 14 casos de los 138 modelos planteados mediante el método SUR. Sin embargo, se debe señalar que a pesar de que se establezca una relación óptima, entre dos variables (EC y PIBp), la construcción del modelo de la CKA puede tener una cierta complejidad. Puesto que en este caso, si bien el modelo se planteó para un modelo polinomial cuadrático, esperando que los resultados arrojen una CKA en forma de U invertida, el caso fue que en su mayoría generaron curvas en forma de U abierta. Así pues, esto se presenta en países como Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, El

Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela; donde no se cumplió de forma estricta la hipótesis de la CKA, aunque sí se validó económicamente la existencia de una relación significativa entre crecimiento económico y degradación ambiental. En este caso, hubo una relación contaminante-ingreso, para 20 países, para los 6 distintos contaminantes dependiendo del país y para 32 casos de los 138 modelos planteados mediante el modelo SUR.

En base a esto, la evidencia empírica encontrada sobre la relación degradación ambiental y crecimiento económico no ha sido homogénea, variando en función del contaminante considerado y/o del país en cuestión. Por tanto, los países de América Latina y el Caribe, entre el periodo 1970-2008, el ingreso per cápita si bien ha influido en el monto de emisiones de contaminantes, no necesariamente lo ha hecho en base a la hipótesis de la CKA, pues aunque hay presencia de formas funcionales del tipo de U invertida, las hay más del tipo de U abierta.

4.1.2. Resultados específicos

A nivel regional:

Para América Latina y el Caribe en su conjunto, el aumento del ingreso per cápita como indicador de crecimiento económico, muestra efectos en el medio ambiente en el monto de emisiones contaminantes. En este sentido, bajo el modelo de la CKA regional con respecto al CO económicamente óptimo ($CO_t = 61,79 + 0,36 PIBp_t - 0,0000152 PIBp_t^2$), se observan dos fases marcadas entre 1970 y 2008: la primera fase, donde la pendiente de la CKA es positiva (coeficiente $\beta_1 > 0$); y, la segunda fase donde la pendiente de la CKA es negativa (coeficiente $B_2 < 0$). Así, en la fase ascendente de la CKA, el aumento del PIBp* en una unidad ceteris paribus genera 0,36 gigagramos de emisiones de CO adicionales; mientras, que en la fase descendente de la CKA, después de alcanzar un PIBp de USD 11.895,62 (punto máximo de la CKA: emisiones de CO de 6.514,45 Gg), la tendencia de la curva cambia, pues el aumento del PIB*p en una unidad ceteris paribus genera una disminución de 0,0000152 gigagramos de emisiones de CO. Esto sin duda crea un interrogante, de si el nivel de sacrificio ambiental realizado en las primeras fases de desarrollo, se

compensará al menos al mismo nivel en una segunda etapa; lo cual, los resultados señalan que no.

Con respecto al HC, tomando de referencia el modelo econométricamente óptimo ($HC_t = \beta_0 + \beta_1 PIBp_t - \beta_2 PIBp_t^2 = -31,44 + 0,0486181 PIBp_t - 0,00000379 PIBp_t^2$), se observa en el mismo periodo dos fases. En la fase ascendente de la CKA, el aumento del PIBp en una unidad ceteris paribus, genera 0,049 gigagramos de emisiones de HC adicionales; mientras, que en la fase descendente de la CKA, después de alcanzar un PIBp de USD 6.414,00 (punto máximo de la CKA: emisiones de HC de 436,32 Gg), la tendencia de la curva cambia, el aumento del PIBp en una unidad ceteris paribus genera una disminución de 0,0000379 gigagramos de emisiones de HC. Esto sin duda crea el mismo interrogante del primer caso, con lo que se concluye que un modelo regional si bien econométricamente es factible, ya en su interpretación los resultados se apartan de la realidad, lo que genera incertidumbre sobre la validez de la hipótesis de la CKA.

En cuanto a la interpretación del intercepto de los modelos, el ser positivo señala que existía contaminación antes de generar un dólar de PIBp, lo cuál puede ser incierto. Sin embargo, como muchas estadísticas son aproximaciones, este tipo de errores son persistentes y se los acepta en los análisis. Por otro lado, cuando el intercepto es negativo, se establece que en un inicio el crecimiento económico no generaba emisiones hasta alcanzar un cierto nivel de PIBp. Así, lo lógico y lo más adecuado sería construir un modelo que abarque la serie de tiempo desde que se generaron las primeras emisiones; sin embargo, la ausencia del levantamiento de información de este tipo y el acceso a la existente, limitan este tipo de análisis.

A nivel de países:

Un análisis más exhaustivo de la CKA ante los resultados obtenidos, demandaría un examen a profundidad de la realidad de cada uno de los países de América Latina y el Caribe. La forma de la misma curva y el PIB per cápita óptimo determinado, señalan un patrón particular para cada país. En este sentido, y por la dificultad de realizar un análisis de cada modelo obtenido, las conclusiones en este caso serán realizadas agrupando los países por cada contaminante.

Tomando de referencia la relación en forma de U invertida, para el caso de las emisiones de CO, Chile y Uruguay aún no alcanzan el PIBp* de alrededor de USD 10.400, pues desde 1970 al 2008 el mayor PIBp registrado fue de USD 2.987,55 y USD 8.161,48, respectivamente (OLADE, 2010). Con respecto a las emisiones de CO₂, Guyana y Haití, han alcanzado niveles mayores a su PIBp* de USD 735,08 y USD 401,23, respectivamente; el primero desde 1996 y el segundo desde 1990 (aunque este último desde el 2004 ha regresado a niveles inferiores del PIBp*). Con respecto a las emisiones de HC, Chile no ha sobrepasado su PIBp*; mientras, que Panamá, recién en el 2007 ha rebasado su PIBp* de USD 5.147,58. Con respecto a las emisiones de NO_x, Haití entre 1990 y el 2002, presentó un PIBp sobre el óptimo de USD 405,53. Con respecto a las emisiones de PAR, el PIBp de Paraguay desde 1975 se ha colocado por encima del óptimo de USD 1.000,68; mientras que Perú y Haití presentan etapas donde el PIBp se ha colocado por encima del óptimo, el primero entre 1990 y 2003; y, el segundo, entre 1970 y 1988 y, desde 1995, donde sus óptimos respectivamente son de USD 400,30 y USD 1.900,48. Finalmente, con respecto a las emisiones de SO₂, Barbados no ha alcanzado su óptimo de USD 9.056,16, pues en el 2008 que alcanzó su máximo nivel de ingreso per cápita, apenas llegó a los USD 7.734,63; mientras que, Colombia desde el 2004 superó su óptimo de USD 2.492,82 y la Guyana entre 1975 y 1978 y desde 1994, superó su óptimo de USD 641,87.

En conclusión, para cada uno de los casos específicos, Guyana, , Panamá, Paraguay, Perú y Colombia están en la fase decreciente de la CKA, donde el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente; mientras que Chile, Uruguay y Barbados están en la fase creciente de la CKA, donde un incremento en el ingreso genera mayores montos de emisiones contaminantes, punto donde aún no se alcanza el punto de inflexión de la curva,. En el caso de Haití y Venezuela, los modelos de la CKA son un poco irregulares, pues sus variables han tenido cambios drásticos dentro del periodo de estudio. El primero por sus niveles de pobreza y los desastres naturales sufridos; y, el segundo, por los altos precios de petróleo y el cambio de su sistema de gobierno.

4.2. Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es que es posible encontrar una CKA que refleje la relación entre la economía y el medio ambiente. En el caso de América Latina y el Caribe, efectivamente se puede determinar una CKA regional para las emisiones de HC y CO; sin embargo, como estas economías presentan entre sí unas características diferentes, principalmente por la composición de su PIB y el origen de sus emisiones contaminantes, lo adecuado sería observar la relación existente a nivel de país. Así, mientras en unos países existe una relación económica-ambiental económicamente eficiente (56 modelos), en otros no (82 modelos); mientras unos modelos eficientes, presentan una gráfica de la curva en forma de U invertida (14 modelos), en otros presentan una relación en forma de U abierta (42 modelos); mientras de una economía se deduce un PIBp óptimo de alrededor de USD 400, de otra se deduce un PIBp óptimo de alrededor de USD 10.000. Por tanto, si bien la existencia de una relación económica-ambiental es un hecho, aunque no en todos los casos, su forma, su eficiencia y el PIB per cápita resultante, dependerá del país en estudio.

Una de las problemáticas observadas es que al determinar una CKA regional, el nivel de PIBp óptimo que debe alcanzar una economía para pasar a la fase descendente de la curva, puede estar muy lejos de la realidad para muchos. En América Latina y el Caribe, el PIB per cápita óptimo para el caso de las emisiones de CO es de USD 11.895,62, nivel que ningún país, lo ha alcanzado; y, para el caso de las emisiones de HC, que es de USD 6.414,00, si bien algunos países ya han sobrepasado dicho valor, para otros se puede volver inalcanzable. Así, de los 23 países en análisis, a pesar de que 8 países (Trinidad y Tobago, Argentina, Uruguay, Barbados, México, Venezuela, Colombia, Panamá y Costa Rica) han presentado un PIBp mayor a USD 5.000; algunos ni siquiera alcanzan los USD 1.000 (Guayana, Haití y Nicaragua).

4.3. Recomendaciones

Con las conclusiones planteadas previamente, es necesario clarificar que el apoyar o no a una teoría ciertamente no es lo importante, sino el debate, la

investigación y las dudas que se generan entre la relación económica-ambiental. En este caso en particular, de cierta manera en una proporción se valida la hipótesis, así como en otra parte se la descarta. Los diversos estudios si bien contribuyen con conocimientos, estos mismos generan muchos interrogantes. Por tanto, y como resultado del análisis, se recomienda que se debe seguir estudiando la relación ingreso-contaminante desprendiéndose estrictamente de la forma funcional planteada inicialmente, pues cada país tendrá su dinámica particular que le hace presentar una gráfica distinta u otra similar.

Para el caso de aquellos países de los cuales se dedujeron modelos eficientes, este estudio debería ser actualizado periódicamente, para observar el patrón de contaminación en que el país se encuentra y cuáles son sus expectativas en relación a los efectos negativos o positivos futuros, centrándose específicamente en las emisiones que son representativas en el respectivo modelo frente al crecimiento económico. De esta manera, se puede observar si el destino de los recursos económicos debido al crecimiento económico, ha mejorado el manejo de los recursos naturales y su gestión para una mayor protección ambiental, que logre alcanzar o mantenerse por encima del límite superior de la CKA. Asimismo, se plantea la extensión del estudio que centre la investigación para cada país en específico y profundice en la conducta de las emisiones respectivas. Puesto que con “el grado de desarrollo de esta investigación” fue difícil determinar cuál es la razón del comportamiento de la curva para cada país, pues puede atribuirse a distintas transformaciones en la eficiencia energética o las dinámicas de cambio estructural de las economías latinoamericanas. Por tanto, un tema para una futura investigación sería ¿Cuáles son los aspectos determinantes (políticos, sociales, económicos, ambientales y tecnológicos) que expliquen el cambio de tendencia de la relación emisiones contaminantes frente al PIBp en el modelo de la CKA para un país en específico?

Tomando en cuenta, que los modelos econométricos son altamente sensibles a cambios en su especificación o su información básica, en este estudio, el planteamiento de los distintos modelos (no paramétrico, datos de panel, series de tiempo y modelo SUR) trajo consigo cierta dificultad, pues muchas veces los estadígrafos variaban en un mismo modelo. Esto está directamente relacionado con la información utilizada; puesto que estas, en vez de ser recopilaciones y actualizaciones

continuas de información específica, sin desmerecer el esfuerzo y mérito de obtenerlas, muchas veces han sido estimadas mediante una serie cálculos y proyecciones que muchas veces se alejan de la realidad.

El estudio de la CKA ambiental es muy amplio, ante la variedad de indicadores ambientales. Frente a esto, a lo largo de la investigación fue posible realizar el análisis para un cierto grupo de variables de contaminación ambiental. Sin embargo, se ha limitado la investigación en lo referente a la pérdida de recursos naturales (como pueden ser las áreas boscosas), debido a que no se cuenta con una contabilidad adecuada, ni una serie de tiempo completa de este tipo de indicadores (área forestal, área deforestada, área reforestada, tasa de extracción de bosques, entre otros). Claro está, que si se cuenta con la información adecuada, sería de gran importancia construir modelos de CKA (CKA forestal, CKA hídrica y CKA pesquera) que relacionen directamente variables de sobreexplotación de recursos con el crecimiento económico.

De los modelos que no se han obtenido resultados eficientes se debería examinar uno por uno si las variables en juego eran las adecuadas en cuanto a sus particularidades, pues estas pueden ser no influyentes en la degradación de sus respectivos ambientes.

El tema de investigar la relación entre el ingreso y el medio ambiente no debe quedar ahí. Éste debe ser extendido, debido a que el simple hecho de manipular los datos, da cuenta del estado económico-ambiental que los países presentan en el largo plazo, lo cual genera varias interrogantes y permite de alguna manera plantear políticas urgentes en aquellos países que su contaminación es excesiva o sus niveles de ingreso insuficientes. En todo caso, el debate está planteado y las dudas generadas, por lo que todo dependerá de la conciencia y la responsabilidad que se asuma ante el medio ambiente, para que las futuras generaciones puedan, al menos, disfrutar del capital natural con el que actualmente contamos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Acuña, Edgar (2008). *Análisis de Regresión*. Mayaguez: Universidad de Puerto Rico. Reciento Universitario de Mayaguez.
- 2) Andrade, André (2009). *CO2 and economic growth: An analysis for emissions from burning fossil fuels in liquid form in Brazil*. Santa Catarina: University Federal of Santa Catarina.
- 3) Aparicio, Javier y Javier Márquez (2005). *Diagnóstico y Especificación de Modelos Panel en Stata 8.0*. División de Estudios Políticos, CIDE.
- 4) Araya, Rigoberto y Juan Muñoz (1996). *Regresiones que aparentemente no están relacionadas (SUR)*. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica.
- 5) Azomahou, Théophile, Micheline Goedhuys y Phu Nguyen-Van (2009). *A structural nonparametric reappraisal of the CO2 emissions-income relationship*.
- 6) Azqueta, Diego (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid: MC GRAW HILL / Interamericana de España.
- 7) Bergara, Mario y Andrés, Masoler (2002). *Un Análisis del Mercado Doméstico de Bonos*. Montevideo: Revista de Economía. Segunda Época. Vol. IX. N° 1. Banco Central del Uruguay.
- 8) Bertinelli, Luisito y Eric Strobl (2004). *A structural nonparametric reappraisal of the CO2 emissions-income relationship*. Economics Letters. Elsevier. Vol. 88(3).
- 9) Bertoni, Reto y Carolina Román (2006). *Estimación y análisis de la EKC para Uruguay en el siglo XX*, Finlandia: XIV International Economic History Congress.
- 10) Bhattacharai Madhusudan y Michael Hammig (2002). *Governance, Economic Policy, and the Environmental Kuznets Curve for Natural Tropical Forests*. Environment and Development Economics, 9, issue 03.
- 11) Blanco, Enrique (2006). *Influencia de la legislación en la información medioambiental suministrada por las empresas. Un estudio regional*?. Tesis doctoral. Universidad Rey Juan Carlos. Disponible en <http://www.eumed.net/tesis/2006/erbr/>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 12) Bontempi, M.E. y R. Golinelli (2005). *SUR estimator*. Disponible en http://www2.dse.unibo.it/bontempi/didattica/ferraraII/lecture_sure_application.pdf, visitado en Octubre 10 de 2010.
- 13) Bousquet, Alain y Pascal Favard (2000). *Does S. Kuznets' Belief Question the Environmental Kuznets Curves?*
- 14) Brännlund, Runar y Tarek Ghalwash (2006). *The income-pollution relationship and the role of income distribution Evidence from Swedish household data*. Umea: Umea Economic Studies 677, Umea University, Department of Economics.
- 15) Burnett, Wesley (2009). *Economic Growth and Environmental Degradation*. Atenas: Universidad de Georgia.
- 16) Capó, Javier (2009). *Curva de Kuznets Ambiental: Evidencia para Europa*. Islas Baleares: Departamento de Economía Aplicada de la Universitat de les Illes Balears.

- 17) Carrascal, Ursicino. *Estimaciones de un Sistema de Ecuaciones No Lineales Aparentemente No correlacionadas*. Disponible en dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=785061...0, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 18) Chen, Xiao, Philip B. Ender, Michael Mitchell y Christine Wells (2003). *Regression with Stata*. Stata Web Books. Disponible en <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/reg/default.htm>, visitado en Octubre 19 de 2010.
- 19) Ciriaci, Daría y Daniela Palma (2009). *Geography, environmental efficiency and economic growth: how to uncover localized externalities through spatial econometric modeling*. Barcelona: SEA, III World Conference.
- 20) Correa, Francisco, Andrés Vasco y Catalina Pérez (2005). *La Curva Medioambiental de kuznets: Evidencia Empírica para Colombia*. Medellín: Universidad de Medellín.
- 21) Cuevas, Daris (2006). *La Curva de Kuznets Ambiental (CKA)*. Disponible en <http://www.supbanco.gov.do/main/publicaciones/Planteamiento-Kuznets-corregido.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 22) Daly, Herman (1992). *Economía Ecológica y Desarrollo Sustentable*. En: Schatan, Jacobo (1991). *Crecimiento o Desarrollo: un debate sobre la sustentabilidad de los modelos económicos*. Santiago: Editorial Jurídica Cono Sur.
- 23) Dasgupta, Susmita, Benoit Laplante, Hua Wang y David Wheeler (2002). *Confronting the Enviromental Kuznets Curve, Journal of Economic Perspectives*, Volúmen 16, N° 1. Disponible en http://www.owlnet.rice.edu/~econ480/notes/Kuznets_curve.pdf., visitado en Febrero 19 de 2010.
- 24) De Bruyn, Sander, Jeroen Van Den Berg y Hans Opschoor (1998). *Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. Ecological Economics*, Volumen 25, N°2: pp. 161-175.
- 25) Diaz, Rosario y Teresa Cancelo (2009). *Emisiones de CO2 y Azufre y Crecimiento Económico: ¿Una Curva De Kuznets Ambiental?*. Disponible en <http://www.usc.es/~economet/reviews/eers927.pdf>., visitado en Octubre 19 de 2010.
- 26) Dijkgraaf, Elbert y Hernán Vollebergh (2001). *A Note on Testing for Environmental Kuznets Curves with Panel Data. SSRN-R FEEM Working Paper*, No. 63. Disponible en http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=286692, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 27) Egli, Hannes y Thomas Steger (2004). *A Dynamic Model of the Environmental Kuznets Curve: Turning Point and Public Poliy*. Zurich: Center of Economic Research CER-ETH Economics Working Paper Series 04/33.
- 28) Ekins, Paúl (2000). *Economic growth and environmental sustainability: the prospects for green growth*. London: Routledge.
- 29) Enders, Walter (2004). *Applied Econometric Time Series*. Alabama: Universidad de Alabama. Segunda Edición.
- 30) Figueroa, Eugenio y Roberto Pastén (2009). *Country-Specific Environmental Kuznets Curves: A Random Coefficient Approach Applied To High-Income Countries*. Estudios de Economía, Vol. 36, N° 1.

- 31) Galeotti, Marzio, Matteo Manera y Alessandro Lanza (2006). *On the Robustness of Robustness Checks of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis*. The Berkeley Electronic Press (bepress). Paper 13.
- 32) Gitli, Eduardo y Greivin Hernández (2002). *La existencia de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales*. Disponible en <http://www.grupochoarlavi.org/php/doc/documentos/curvakuznetsambiental.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 33) Gomes, S. C. y M. J. Braga (2008), *Desenvolvimento Econômico e Desmatamento na Amazônia Legal: Uma Análise Econométrica*. Acre: XLVI Congreso de la Sociedad Brasileira de Economía, Administración y Sociología Rural.
- 34) Granja, Fabio, Augusto Medonça y Jorge Nogueira (2002). *Poverty and Environmental Degradation: the Kuznets Environmental Curve for the Brazilian Case*. Disponible en <http://vsites.unb.br/face/eco/cpe/TD/267Dez02JNogueira.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 35) Greene, Willian (2001), *Análisis Económico*, Madrid: Tercera Edición, Prentice Hall.
- 36) Grossman, G. y Krueger, A. (1995). *Economic growth and the environment*. Quarterly Journal of Economics 110.
- 37) Grossman, G. y Krueger, A. (1995). *Pollution and growth: what do we know?*. en I. Goldin y L.A. Winters (eds.). *The economics of sustainable development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 38) Grossman, Gene y Alan Krueger (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. NBER Working Paper N° 3914.
- 39) Gujarati, Damodar (2002). *Econometría*. Bogotá: MC GRAW HILL. Tercera Edición.
- 40) Gujarati, Damodar (2004). *Econometría*. México: MC GRAW HILL. Cuarta Edición.
- 41) Haisheng, Yang, Jia Jia, Zhou Yongzhang y Wang Shugong (2005). *The Impact on Environmental Kuznets Curve by Trade and Foreign Direct Investment in China*. Guangzhou: Zhongshan University.
- 42) He, Jie y Patrick Richard (2009). *Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada*. Quebec: Universidad de Sherbrook.
- 43) Hilton, Hank y Arik Levinson (1998). *Factoring the Environmental Kuznets Curve: Evidence from Automotive Lead Emissions*. Academic Press.
- 44) Holloway, Garth, Donald Lacombe y James Lesage (2007). *Spatial Econometric Issues for Bio-Economic and Land-Use Modelling*, *Journal of Agricultural Economics*. Vol. 58, No. 3, 2007.
- 45) Iwata, Hiroki, Keisuke Okada y Sovannroeun Samreth (2009). *Empirical Study on the Environmental Kuznets Curve for CO2 in France: The Role of Nuclear Energy*. Kyoto: Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University.
- 46) Jiang, Yi, Tun Lin, Juzhong Zhuang (2008). *Environmental Kuznets Curves in the People's Republic of China: Turning Points and Regional Differences*. *Asian Development Bank Working Paper Series N° 141*, Disponible en <http://www.adb.org/Documents/Working-Papers/2008/Economics-WP141.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.

- 47) Kallbekken, Steffen (2000). *An alternative Environmental Kuznets Curve approach to deforestation. Dissertation submitted for MSc in Environmental Economics and Environmental Management.* Disponible en <http://www.cicero.uio.no/media/1819.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 48) Kaufmann, Robert, Brynhildur Davidsdottir, Sophie Garnham y Peter Pauly (1998). *The determinants of atmospheric SO2 concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve.* Ecological Economics. Elsevier. Vol. 25(2).
- 49) Khanna, N. y F. Plassmann (2007). *Total Factor Productivity and the Environmental Kuznets Curve: A Comment and Some Intuition.* Ecological Economics, 63.
- 50) Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. American Economic Review. Vol. 45.
- 51) Leitão, Alexandra (2006). *Corruption and the Enviromental Kuznets Curve: Empirical for Sulfur,* Disponible en http://www.cer.ethz.ch/sured_2006/programme/sured_05_5_leitao.pdf, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 52) Levinson, Arik (2008). *Environmental Kuznets curve.* Disponible en <http://www9.georgetown.edu/faculty/aml6/pdfs&zips/PalgraveEKC.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 53) Lieb, Christob (2003). *The environmental Kuznets Curve - A survey of the empirical evidence and of possible causes.* Disponible en <http://center.uvt.nl/staff/smulders/env/lieb.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 54) Lipford, Jody y Bruce Yandle (2009). *NAFTA, Enviromental Kuznets Curves, and México's Progress.* Disponible en <http://www.perc.org/files/Kuznets%20Yandle%20Lipford.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 55) List, John y Craig Gallet (1999). *The environmental Kuznets curve: does one size fit all?.* Ecological Economics. Elsevier. Vol. 31(3).
- 56) Marin, Giovanni y Massimiliano Mazzanti (2009). *Emissions Trends, Labour Productivity Dynamics and Time-Related Events - Sector Heterogeneous Analyses of Decoupling/Recoupling on a 1990-2006 NAMEA, MPRA, Paper N° 17903.*
- 57) Marín, Wilmer y Darío Ladino (2003). *Libre Comercio y Medio Ambiente.* Disponible en http://www.webpondo.org/files_oct_dic_03/LibreComercioMedioAmbiente.pdf, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 58) Martínez, Joan (1995). *De la economía ecológica al ecologismo popular.* Montevideo: Icaria Editorial.
- 59) Martínez, Joan y Jordi Roca (2001). *Economía ecológica y política ambiental.* México: Fondo de Cultura Económica.
- 60) Mayorga, Mauricio y Evelyn Muñoz (2000). *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación.* Banco Central de Costa Rica.
- 61) Montero, Roberto (2007). *Efectos fijos o variables: test de especificación.* Granada: Universidad de Granada.
- 62) Montero, Roberto (2007). *Variables no estacionarias y cointegración.* Granada: Universidad de Granada.

- 63) Mukherjee, Chadan (2003). Howard Whitw y Marc Wuyts. *Econometrics and Data Analysis for Developing Countries*. Londres: Routledge.
- 64) Murad, Wahid y Mohammad Nurul (2009). *Trade and Environment: Review of Relationship and Implication of Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Malaysia*.
- 65) Organización Latinoamericana de Energía – SIEE (2005). *Sistema de Indicadores Económicos Energéticos*. Información proporcionada por los Ministerios de Energía de los Países Miembros. Programa de Base de Datos.
- 66) Organización Latinoamericana de Energía – SIEN (2004). *Metodología de indicadores*. Guía M-2.
- 67) Organización Latinoamericana De Energía –SIEN (2004). *Metodología de inventario de gases de efecto invernadero*. Guía M-3.
- 68) Oviedo, Jorge. *Método SUR: Implementaciones en Maple, Mathematica, Gauss, Matlab y Excel*. Disponible en http://www.eco.unc.edu.ar/ief/miembros/archivos/prof_oviedo/oviedo_MetodoSUR.pdf, visitado en Febrero 10 de 2010.
- 69) Pacheco, Lucas (1998). *Política Económica: concepciones y estrategias*. Quito: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- 70) Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development*. Ginebra: International Labor Office. Technology and Employment Programme Working Paper.
- 71) Panayotou, Theodoro, Alix Peterson y Jeffrey Sachs (2000). *Is the Environmental Kuznets Curve Driven by Structural Change? What Extend Time Series May Imply for Developing Countries*. Disponible en <http://www.earth.columbia.edu/sitefiles/file/about/director/pubs/paper80.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 72) Pearce, David y Kerry Turner (1990). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid: Celeste Ediciones.
- 73) Pérez, Cesar (2008). *Econometría Avanzada: Técnicas y Herramientas*, Madrid: Pearson Prentice Hall.
- 74) Posada, Luís y Elkin Pimiento (1997). *Desarrollo económico sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos minero-energéticos en Colombia*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Disponible en <http://www.redem.buap.mx/pdf/carlos/carlos3.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 75) Roca, Jordi y Emilio Padilla (2001-2003). *Emisiones atmosféricas y crecimiento en España: la Curva de Kuznets Ambiental y el Protocolo de Kyoto*. *Economía Industrial*, N° 351. Disponible en <http://www.mityc.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/351/Economia05.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 76) Rosales, et al (2006). *Econometría. Apuntes de Clase*. Bogotá: CEDE. Facultad de Economía. Universidad de los Andes.
- 77) Rosales, Luis (2010). *Econometría II*. Castilla: Universidad de Piura. Facultad de Economía. Departamento Académico de Economía.
- 78) Saravia, Alejandra (2002). *Evidencias de la relación medio ambiente-economía en el caso latinoamericano*. Universidad de San Simón de Bolivia. Disponible en:

<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/reyno/ParteII5.pdf>, p. 03, visitado en Marzo del 2010.

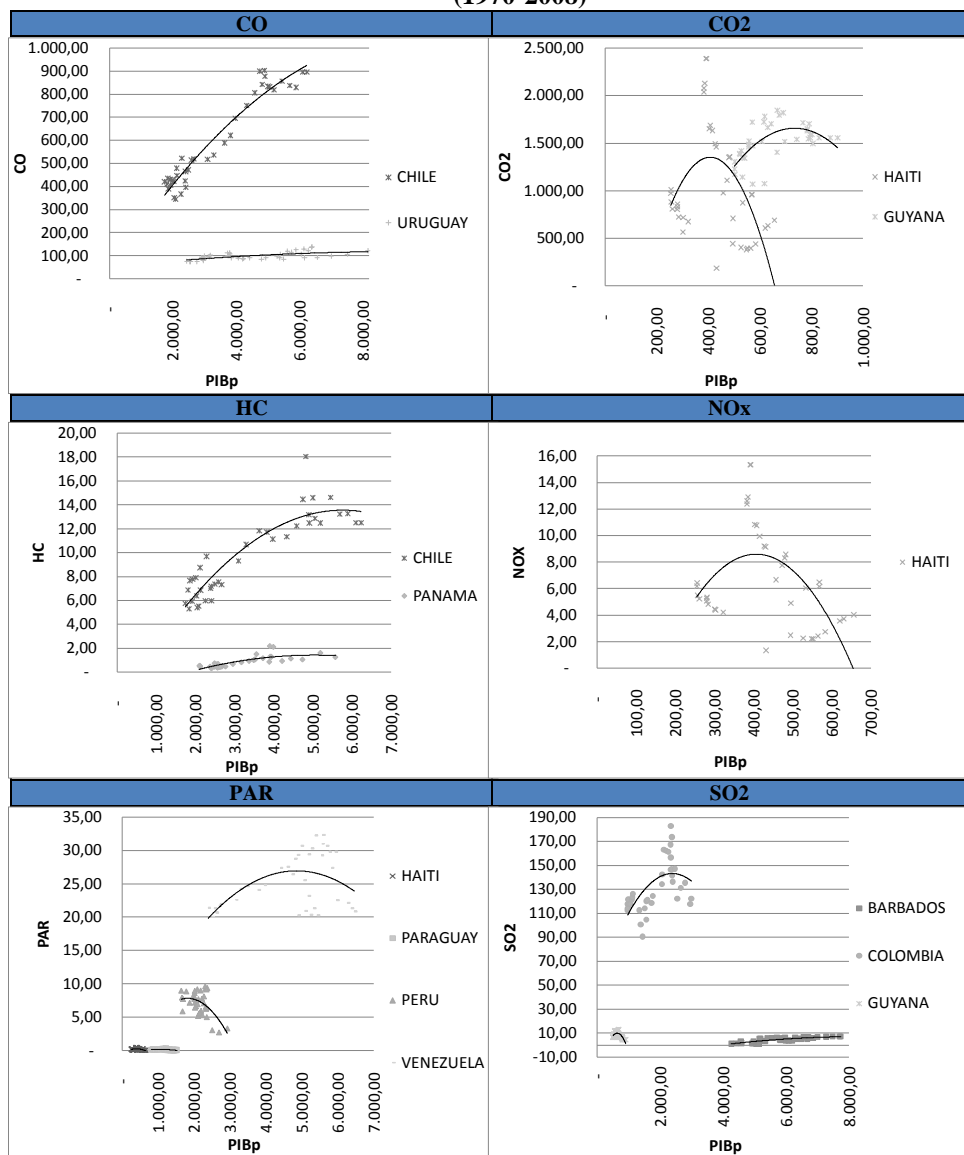
- 79) Selden, T.M. y D. Song, (1994). *Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?*. Journal of Environmental Economics and Management. 27.
- 80) Servy, Elsa, Cristina Cuesta, Gonzalo Marí y María Luz Armida (2006). *Utilización del Paquete “Kernsmooth” de R para Construir Suavizados LOESS y Bandas de Variabilidad a Datos de la Encuesta de Ocupación Hotelera*. Rosario: Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas en Estadística, Escuela de Estadística. Universidad Nacional de Rosario.
- 81) Shafik, N. (1994). *Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis*. Oxford Economic Papers 46.
- 82) Shafik, N. y S. Bandyopadhyay (1992). *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence*. Washington, D.C.:Background Paper for World Development Report 1992. World Bank.
- 83) Stern, D. I. y M. S. Common (2001). *Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?* Journal of Environmental Economics and Environmental Management N° 41.
- 84) Stern, David (2004). *The Rise and fall of the environmental Kuznets Curve*. *World Development-Elsevier*, Volumen 32, Issue 8, pp. 1419-1439. Disponible en <http://www.sterndavidi.com/Publications/WD2004.pdf>, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 85) Subdirección General de Estudios del Sector Exterior (2001-2002). *La Curva de Kuznets para el medio ambiente*. *Boletín económico Información Comercial Española ICE*. N° 2714, Disponible en http://www.revistasice.com/cmsrevistasICE/pdfs/BICE_2714_03-05__9FC390D588312E5C00F595428B7C4D9F.pdf, visitado en Febrero 19 de 2010.
- 86) Torres-Reyna, Oscar. *Panel Data Analysis: Fixed & Random Effects*. Princeton University. Disponible en <http://dss.princeton.edu/training/Panel101.pdf>, visitado en Octubre 19 de 2010.
- 87) Van Hauwermeirn, Saar (1999). *Manual de Economía Ecológica*. Quito: Editorial Abya-ayala.
- 88) Vollebergh, Herman y Elbert Dijkgraaf (2001). *A Note on Testing for Environmental Kuznets Curves with Panel Data*. FEEM Working Paper, No. 63.
- 89) Zapata, Hector y Krishna Paudel (2005). *Nonstationarity in the Specification of the Environmental Kuznets Curve*, American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Rhode Island.
- 90) Zellner, Arnold (1962). *An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests of Aggregation Bias*. Wisconsin: University of Wisconsin. Journal of the American Statistical Association.

ANEXOS

A.1. Gráficas de la CKA de los modelos eficientes encontrados

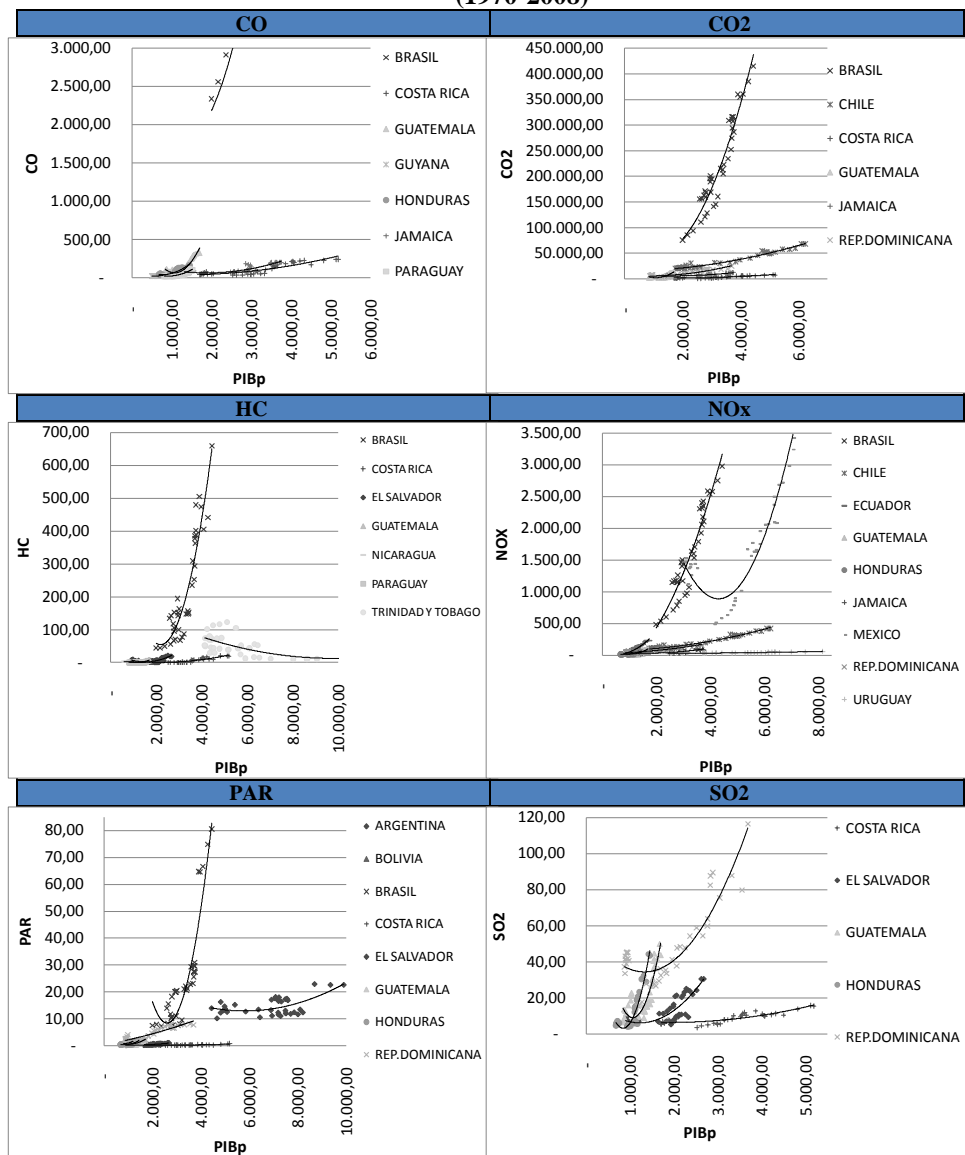
En este apartado se puede observar una aproximación de las formas funcionales de las CKA eficientes para los países de América Latina y el Caribe especificados para los 6 distintos contaminantes ambientales de los modelos resultantes tanto para los que tiene forma funcional en U invertida como los de U abierta.

Gráfico N° A.1
CKA por país para los diferentes contaminantes
Forma funcional en U Invertida
(1970-2008)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
 Elaborado por: Suárez, 2010.

Gráfico N° A.2
CKA por país para los diferentes contaminantes
Forma funcional en U Abierta
(1970-2008)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
 Elaborado por: Suárez, 2010.

A.2. Estudios empíricos realizados de la CKA

Indicador / Autor	Ingreso límite (US\$ de 1985)	Forma de la curva ¹
SO ₂ , epc ³ / Panayotou, 1993	3000	c
SO ₂ , cu ² / Shafik and Bandyopadhyay, 1992	3700	c
SO ₂ , cu / Grossman and Krueger, 1991	1. 4100 2. 14000	e
SO ₂ , cu / Grossman and Krueger, 1994	1. 4100 2. 14000	e
SO ₂ , epc / Selden and Song, 1994	1. 8900 ⁴ 2. 10700	c
NO _x , epc / Panayotou, 1993.	5500	c
NO _x , epc / Selden and Song, 1994.	12000 ⁴ 21800	c
PMS ⁸ , cu / Shafik and Bandyopadhyay, 1992	3300	c
PMS, epc / Panayotou, 1993	4500	c
PMS, epc / Selden and Song, 1994	1. 9800 ⁴ 2. 9600	c
Smoke, cu / Grossman, 1993	1. 4700 2. 10000	e
Smoke, cu / Grossman and Krueger, 1991	1. 5000 2. 10000	e
Smoke, cu / Grossman and Krueger, 1995	6200 n.r. ⁹	e
CO, epc / Selden and Song, 1994.	6200 ⁴ 19100	c
CO ₂ , epc / Holtz-Eakin and Selden, 1992.	1. 35400 ¹⁰ 2. 8000000	c
Nitrógeno en el agua / Grossman, 1993	1. 5900 2. 11900	f
Nitrógeno en el agua / Grossman and Krueger, 1995	10500	c
Plomo en el agua / Grossman and Krueger, 1995	1887 14000	e
Coliformes fecales / Grossman and Krueger, 1995.	8000	c
Coliformes fecales / Grossman, 1993.	8500	c
Coliformes fecales / Shafik and Bandyopadhyay, 1992.	1. 1400 2. 11400	e
Coliformes totales / Grossman and Krueger, 1995.	1. 3043 2. 8000	e
DBO ⁵ en el agua / Grossman and Krueger, 1995.	7600	c
DBO en el agua / Grossman, 1993.	10000	c
DQO ⁶ en el agua / Grossman and Krueger, 1995.	7900	c
DQO en el agua / Grossman, 1993.	10000	c
Tasa deforestación / Panayotou, 1993.	823 ⁷ 1200	c
Memo PIB per cápita de América Latina y el Caribe 1999 (US\$ 1985 PPC)	4820	

Fuente: Gitli y Hernández., 2002: 17.

Elaborado por: Gitli y Hernández., 2002: 17.

- 1) Forma de la curva de acuerdo al gráfico 5.
- 2) Concentraciones urbanas.
- 3) Emisiones per cápita.
- 4) Los ingresos límite dados son para modelos con efecto fijo (1) y con efecto aleatorio (2).
- 5) Demanda biológica de oxígeno.
- 6) Demanda química de oxígeno.
- 7) Los dos resultados se refieren a las dos regresiones en diferentes muestras, una contiene 41 países en desarrollo únicamente (1) y la otra agrega 27 países desarrollados a esta (2).
- 8) Partículas de material suspendido.
- 9) n.r. no reportado.
- 10) Estimaciones para dos ecuaciones cuadráticas diferentes. El término cuadrático de la segunda ecuación es poco significativamente diferente de cero, lo cual explica el muy alto nivel de ingreso límite de más de USD 8 millones.

A.3. Base de datos del PIB per cápita de América Latina y el Caribe (USD)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	6,911.88	4,941.91	924.83	1,996.20	1,333.42	2,526.34	2,493.51	776.05	1,933.05	1,158.92	558.11	527.26
1971	7,056.47	4,920.90	957.11	2,166.52	1,378.14	2,627.80	2,667.92	800.78	1,948.09	1,189.74	573.11	552.15
1972	7,082.05	5,044.63	1,017.66	2,364.51	1,444.66	2,772.50	2,590.02	889.78	2,009.81	1,241.77	556.75	548.46
1973	7,222.52	5,126.53	1,059.96	2,628.03	1,510.95	2,912.69	2,405.08	1,082.97	2,051.58	1,289.70	570.72	565.12
1974	7,485.21	4,414.34	1,074.79	2,772.53	1,561.56	2,997.18	2,389.12	1,119.97	2,106.22	1,334.69	608.64	494.50
1975	7,320.54	4,260.78	1,136.29	2,844.80	1,561.52	2,979.27	2,047.47	1,148.73	2,115.17	1,325.01	674.52	583.60
1976	7,206.52	4,580.16	1,170.50	3,060.91	1,597.89	3,055.16	2,086.79	1,219.05	2,168.80	1,386.70	690.80	620.86
1977	7,551.43	4,561.69	1,203.38	3,135.18	1,764.09	3,229.91	2,258.32	1,261.96	2,260.68	1,458.16	667.65	631.18
1978	7,199.81	4,956.85	1,202.54	3,212.95	1,724.20	3,330.14	2,407.74	1,307.27	2,328.25	1,493.74	644.27	656.63
1979	7,591.15	5,327.31	1,179.37	2,778.64	961.93	2,049.08	1,918.82	1,251.21	2,125.49	1,014.87	630.16	302.70
1980	5,397.64	6,185.94	1,026.90	2,979.48	981.15	2,002.32	2,030.42	1,275.63	1,088.25	1,028.45	618.79	322.87
1981	4,991.30	6,085.20	1,014.94	2,783.25	981.30	1,896.85	2,131.25	1,288.27	963.61	1,010.26	615.92	300.97
1982	4,804.39	5,818.73	950.66	2,739.07	971.70	1,711.89	1,839.82	1,264.91	896.25	951.45	556.60	284.22
1983	5,006.02	5,883.40	889.51	2,585.49	967.78	1,705.05	1,741.72	1,190.35	904.98	903.48	502.38	279.89
1984	5,074.56	6,069.57	865.85	2,657.26	986.32	1,781.77	1,812.42	1,199.93	911.47	883.78	520.13	280.06
1985	4,657.31	5,805.53	839.77	2,796.10	1,004.74	1,748.07	1,857.78	1,217.97	909.00	856.33	527.98	281.12
1986	4,916.07	6,339.37	801.99	2,953.93	1,056.07	1,789.00	1,927.21	1,215.50	900.33	836.57	536.32	261.15
1987	4,969.52	6,489.76	805.84	3,003.05	1,092.06	1,818.32	2,010.19	1,100.62	911.63	845.51	540.54	256.60
1988	4,811.21	6,675.69	812.47	2,932.69	1,116.05	1,823.23	2,120.09	1,189.12	916.18	857.37	523.78	254.78
1989	4,429.51	6,858.37	825.83	2,963.33	1,131.50	1,864.24	2,284.12	1,160.52	911.18	870.15	501.36	255.86
1990	5,842.35	5,805.15	938.83	3,398.96	2,056.98	3,149.77	3,099.90	1,298.12	1,638.51	1,313.04	502.63	568.35
1991	6,372.82	5,556.77	967.75	3,380.51	2,064.79	3,146.84	3,291.68	1,334.57	1,665.48	1,326.40	532.19	568.47
1992	6,891.58	5,158.14	966.68	3,310.99	2,112.85	3,360.57	3,634.44	1,324.64	1,754.41	1,354.81	571.91	533.81
1993	7,189.59	5,180.53	981.21	3,422.90	2,190.44	3,517.13	3,824.53	1,299.54	1,843.82	1,371.27	618.12	495.47
1994	7,509.63	5,418.41	999.74	3,570.61	2,259.02	3,576.45	3,978.42	1,331.56	1,913.45	1,389.42	666.60	432.13
1995	7,201.54	5,548.18	1,018.68	3,668.96	2,330.69	3,612.79	4,334.33	1,326.59	1,993.09	1,420.04	696.69	457.68
1996	7,502.01	5,704.19	1,034.87	3,696.01	2,334.82	3,546.70	4,588.17	1,330.82	1,985.76	1,423.78	742.71	473.36
1997	8,007.74	5,964.68	1,057.15	3,768.78	2,370.37	3,651.36	4,823.34	1,357.00	2,027.68	1,447.07	784.80	479.76
1998	8,211.76	6,288.69	1,080.83	3,719.66	2,339.79	3,862.93	4,911.99	1,358.62	2,060.80	1,479.53	767.28	482.61
1999	7,852.25	6,695.99	1,005.54	3,598.77	2,337.16	4,078.23	4,747.15	1,277.02	2,176.26	1,513.46	790.83	430.90
2000	7,706.69	6,848.41	1,009.72	3,700.34	2,365.35	4,058.69	4,898.46	1,294.89	2,210.39	1,531.36	783.69	427.20
2001	7,291.61	6,558.61	1,006.04	3,696.54	2,377.48	4,016.51	5,003.81	1,346.39	2,236.88	1,529.34	795.44	415.76
2002	6,433.73	6,602.71	1,010.45	3,742.36	2,396.92	4,049.32	5,055.09	1,386.42	2,280.44	1,549.68	802.62	408.11
2003	6,935.56	6,705.60	1,017.29	3,734.51	2,468.06	4,225.11	5,195.46	1,419.35	2,325.53	1,549.88	795.02	403.17
2004	7,490.08	6,999.80	1,039.28	3,897.40	2,543.25	4,325.34	5,450.55	1,515.58	2,360.71	1,559.26	805.49	382.90
2005	8,098.26	7,270.79	1,064.90	3,972.68	2,647.90	4,502.68	5,693.19	1,588.60	2,424.32	1,570.57	788.73	383.59
2006	8,696.32	7,472.68	1,095.58	4,084.95	2,789.31	4,822.22	5,892.30	1,632.33	2,515.34	1,614.54	829.06	386.12
2007	9,353.48	7,697.88	1,125.02	4,271.97	2,955.42	5,124.67	6,105.05	1,655.32	2,621.56	1,673.74	873.40	392.87
2008	9,904.38	7,734.63	1,173.25	4,446.30	2,987.55	5,187.64	6,235.18	1,744.61	2,676.89	1,698.68	901.65	391.35

	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	933.49	2,843.23	4,140.46	1,471.55	2,406.37	806.04	2,112.43	1,179.67	4,150.67	3,796.62	5,573.54
1971	942.43	2,885.24	4,175.42	1,471.64	2,564.23	831.09	2,139.90	1,272.27	4,126.46	3,789.03	5,551.56
1972	967.75	3,104.05	4,385.20	1,456.51	2,610.11	865.25	2,140.61	1,367.22	4,364.34	3,726.21	5,538.69
1973	1,012.95	3,096.98	4,602.10	1,500.30	2,678.84	907.35	2,193.60	1,503.34	4,400.90	3,739.82	5,685.12
1974	970.40	2,933.13	4,727.33	1,658.63	2,671.95	960.56	2,330.99	1,552.76	4,527.59	3,854.61	5,824.99
1975	959.86	2,880.43	4,833.28	1,603.04	2,645.33	1,004.55	2,345.06	1,592.63	4,558.10	4,070.38	5,969.81
1976	1,026.30	2,664.00	4,877.10	1,634.82	2,620.14	1,044.02	2,326.62	1,657.77	4,783.92	4,208.96	6,269.39
1977	1,095.26	2,570.19	4,883.88	1,716.97	2,582.19	1,122.21	2,273.16	1,698.60	5,154.96	4,233.09	6,456.82
1978	1,164.43	2,554.17	5,117.94	1,533.92	2,766.76	1,210.67	2,218.99	1,694.14	5,595.92	4,434.11	6,367.98
1979	758.20	2,477.90	3,133.25	837.58	2,113.60	1,162.35	2,274.84	869.06	5,721.27	2,995.65	3,777.57
1980	743.18	1,458.32	3,269.09	849.19	2,371.95	1,253.60	2,316.15	896.59	6,091.13	3,144.03	3,465.46
1981	737.78	1,474.09	3,490.05	872.02	2,535.66	1,322.98	2,367.42	912.34	6,322.82	3,183.97	3,284.98
1982	707.69	1,478.33	3,394.39	840.83	2,629.80	1,268.94	2,308.99	903.51	6,456.12	2,905.76	3,156.51
1983	681.33	1,481.97	3,176.05	852.83	2,474.76	1,194.36	1,973.61	925.61	5,704.39	2,440.47	2,726.27
1984	683.56	1,413.04	3,223.91	808.28	2,482.38	1,195.58	2,014.67	917.47	5,172.02	2,540.52	2,562.70
1985	683.78	1,318.59	3,243.07	750.29	2,551.13	1,207.59	2,007.40	883.04	4,866.04	2,552.97	2,494.32
1986	675.64	1,332.76	3,049.07	719.71	2,578.81	1,169.35	2,182.67	888.80	4,669.48	2,762.68	2,588.78
1987	688.39	1,428.77	3,044.53	695.99	2,487.02	1,182.40	2,346.24	948.51	4,432.19	2,964.72	2,612.44
1988	700.33	1,461.58	3,020.24	592.46	2,112.45	1,219.18	2,089.84	949.34	4,214.49	2,942.69	2,690.48
1989	712.82	1,553.14	3,085.47	572.93	2,098.04	1,249.94	1,783.91	971.71	4,136.67	2,964.76	2,390.44
1990	1,066.14	2,891.52	5,479.44	737.90	2,957.46	1,409.75	1,664.12	1,830.63	4,348.57	4,802.41	4,884.83
1991	1,068.19	2,892.50	5,595.75	715.36	3,175.11	1,406.22	1,680.01	1,810.06	4,432.44	4,938.96	5,233.97
1992	1,095.16	2,915.96	5,681.65	697.39	3,370.71	1,415.49	1,643.77	1,959.93	4,324.13	5,293.46	5,423.81
1993	1,129.38	2,948.86	5,675.83	674.53	3,488.77	1,431.64	1,692.86	2,060.39	4,230.43	5,394.74	5,316.76
1994	1,082.60	2,948.46	5,807.05	676.94	3,522.97	1,445.50	1,877.71	2,067.42	4,346.40	5,745.88	5,078.42
1995	1,094.89	2,994.83	5,342.96	696.23	3,522.01	1,483.90	2,004.52	2,140.77	4,500.35	5,622.23	5,166.24
1996	1,102.48	2,974.26	5,530.66	720.54	3,558.77	1,451.69	2,019.39	2,252.17	4,775.53	5,891.89	5,048.10
1997	1,125.60	2,921.55	5,813.38	729.09	3,726.07	1,456.90	2,120.46	2,361.26	5,114.48	6,145.70	5,259.85
1998	1,126.80	2,861.80	6,010.84	735.84	3,934.58	1,427.72	2,069.98	2,514.38	5,503.83	6,377.73	5,169.77
1999	1,113.47	3,489.40	6,121.80	753.71	3,910.63	1,401.19	2,023.79	2,657.11	5,913.22	6,396.49	4,719.97
2000	1,152.92	3,484.80	6,434.42	772.17	3,939.20	1,326.46	2,051.60	2,763.47	6,296.77	6,277.70	4,800.74
2001	1,159.95	3,503.02	6,349.03	783.21	3,888.02	1,326.32	2,026.01	2,769.47	6,534.02	6,052.42	4,871.06
2002	1,179.22	3,508.56	6,320.44	778.44	3,901.99	1,299.26	2,097.98	2,884.98	7,025.59	5,384.72	4,399.54
2003	1,208.47	3,602.43	6,334.28	787.85	3,991.79	1,322.79	2,153.12	2,834.03	8,015.06	5,505.15	3,947.89
2004	1,258.34	3,626.42	6,514.49	819.07	4,216.35	1,351.10	2,230.75	2,828.31	8,619.90	6,157.71	4,587.14
2005	1,307.98	3,639.04	6,648.44	843.18	4,441.22	1,363.59	2,352.90	3,045.46	9,056.02	6,561.62	4,972.57
2006	1,367.21	3,716.77	6,891.82	864.53	4,737.84	1,396.53	2,504.16	3,3			

A.4. Base de datos de las emisiones de CO de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	1,457.03	10.74	82.59	2,337.11	754.00	33.78	471.83	141.48	34.38	61.78	17.90	8.91
1971	1,546.49	11.48	87.93	2,557.27	774.52	35.24	519.39	158.59	37.18	63.17	16.50	8.89
1972	1,636.98	12.37	90.63	2,911.29	810.96	39.71	514.23	163.44	40.38	68.15	17.04	9.52
1973	1,719.80	12.51	95.68	3,388.75	868.79	45.60	464.67	187.52	42.72	75.03	26.11	10.22
1974	1,679.85	12.25	102.48	3,512.19	965.16	44.42	424.42	214.11	41.76	75.01	21.50	10.89
1975	1,454.84	12.34	118.66	3,604.26	1,049.68	46.92	351.28	249.20	45.94	84.17	22.57	11.59
1976	1,480.31	12.69	125.22	3,651.51	1,105.19	50.12	344.41	291.19	50.15	88.67	23.30	13.76
1977	1,589.99	13.19	141.65	3,456.08	1,163.10	53.44	366.29	339.05	54.11	103.73	23.50	15.08
1978	1,680.19	13.47	147.21	3,692.27	1,223.59	58.47	395.30	358.07	58.91	110.43	23.02	17.34
1979	1,845.51	14.13	143.01	3,814.03	1,291.44	55.62	430.92	399.01	58.09	110.25	22.98	18.16
1980	1,981.36	14.73	160.84	3,431.08	1,299.55	50.86	422.06	450.31	48.80	99.76	23.59	17.44
1981	1,987.33	14.28	172.43	3,292.37	1,285.65	44.63	447.12	464.63	44.94	89.53	23.56	16.74
1982	1,934.79	14.91	186.16	3,340.82	1,302.46	42.31	435.58	471.41	44.93	84.04	23.84	16.24
1983	1,926.16	14.94	124.16	3,202.66	1,389.60	43.54	420.23	414.14	47.03	84.88	22.07	16.05
1984	1,847.14	14.73	120.50	3,233.13	1,380.53	47.73	411.22	436.71	48.10	91.72	21.58	16.42
1985	1,689.36	15.75	121.82	3,456.41	1,426.63	50.78	390.17	444.13	50.92	89.13	21.34	16.31
1986	1,748.80	16.99	133.78	4,123.43	1,489.21	56.57	405.13	472.11	50.37	85.83	21.42	17.00
1987	1,776.42	17.57	146.71	3,923.07	1,576.68	62.41	427.73	450.32	55.53	97.27	22.08	18.51
1988	1,635.24	18.75	145.59	3,995.96	1,647.06	67.85	478.78	466.83	58.95	105.96	24.69	19.99
1989	1,623.01	19.73	150.95	4,354.10	1,728.61	77.62	522.51	461.80	60.95	115.10	22.01	21.90
1990	1,713.09	21.06	139.89	4,668.46	1,730.20	77.58	517.52	458.00	64.03	118.65	22.20	22.92
1991	1,714.22	21.17	141.45	4,954.09	1,756.71	86.97	536.95	488.59	67.81	113.20	20.07	21.09
1992	1,835.56	20.94	138.52	4,914.77	1,849.76	104.51	588.84	489.36	78.64	131.94	20.73	20.18
1993	1,892.99	20.46	139.58	5,147.44	1,873.78	121.65	621.22	485.52	84.72	146.64	20.91	19.63
1994	1,946.62	21.58	145.74	5,549.40	1,923.90	143.97	696.02	474.27	96.45	168.29	27.83	5.86
1995	1,956.58	21.74	160.17	6,236.39	2,005.18	153.55	752.10	476.74	105.46	187.80	30.02	24.78
1996	1,925.45	20.48	163.45	6,931.38	2,016.06	157.71	806.08	499.26	108.37	195.48	31.08	29.42
1997	1,849.52	24.21	172.92	7,289.22	2,056.15	169.51	842.68	515.03	115.62	205.36	32.78	32.62
1998	1,800.79	26.11	179.41	7,467.70	1,951.15	182.43	877.69	519.37	127.99	245.75	34.18	35.43
1999	1,689.56	27.66	175.77	7,163.70	1,728.47	196.12	899.50	468.41	133.85	255.88	34.68	35.44
2000	1,544.24	29.06	159.36	6,723.72	1,563.44	204.10	902.67	514.47	133.97	276.77	35.87	37.53
2001	1,328.34	30.01	151.10	6,544.65	1,455.01	209.70	834.54	539.42	135.98	286.26	35.95	38.26
2002	1,336.52	31.04	150.59	6,601.53	1,417.36	216.49	832.32	570.84	129.25	300.46	35.53	38.75
2003	1,136.48	31.47	188.08	6,457.19	1,411.65	222.45	819.88	553.36	151.04	293.75	35.08	40.09
2004	1,253.47	32.35	206.60	7,103.44	1,324.92	227.10	856.34	577.61	164.99	293.59	38.85	74.36
2005	1,502.11	33.61	155.95	7,281.50	1,381.21	170.26	838.02	640.97	151.33	307.21	40.10	75.70
2006	1,427.22	34.26	170.61	7,390.58	1,362.75	226.28	829.49	755.48	155.61	319.12	40.36	77.59
2007	1,180.20	34.26	201.38	8,085.61	1,578.92	237.84	895.69	754.15	157.12	336.38	40.36	79.22
2008	1,180.20	34.26	189.08	9,021.46	1,370.92	241.54	895.69	816.76	157.12	325.27	40.36	79.22

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	33.57	71.37	2,269.48	46.77	57.52	19.25	459.69	143.70	61.49	107.45	1,122.36
1971	34.88	78.12	2,435.45	50.64	67.11	20.83	488.23	149.59	64.57	112.86	1,178.63
1972	36.17	85.02	2,702.82	54.06	69.32	22.13	509.66	161.42	67.97	111.27	1,268.17
1973	38.79	91.23	2,982.00	61.76	75.77	25.14	542.05	189.72	70.39	99.48	1,379.16
1974	36.20	81.59	3,035.34	61.95	78.35	20.09	555.98	202.27	75.34	89.61	1,525.28
1975	35.98	86.21	3,130.49	65.80	78.82	20.80	584.34	210.05	75.83	89.51	1,658.25
1976	37.07	86.97	3,556.02	73.41	82.46	23.44	555.13	202.60	84.29	85.81	1,827.55
1977	39.85	81.51	3,500.78	79.24	81.77	30.28	500.25	202.77	107.44	87.01	2,044.17
1978	43.63	78.81	3,819.13	73.88	85.34	37.59	451.75	169.01	130.53	90.05	2,216.37
1979	44.61	74.29	4,447.81	57.17	80.75	39.44	443.86	204.79	105.25	98.68	2,392.66
1980	41.33	66.50	5,041.07	60.60	77.07	41.72	450.10	165.61	113.16	95.73	2,485.86
1981	39.72	69.94	5,639.60	58.24	72.51	39.01	495.37	158.77	120.72	101.87	2,605.28
1982	39.03	74.66	5,669.14	55.80	72.08	38.68	505.55	114.46	131.15	92.57	2,666.90
1983	41.17	75.92	5,218.73	54.42	72.43	32.42	459.85	163.91	137.16	75.42	2,631.52
1984	42.30	68.71	5,051.04	53.86	72.09	40.50	455.70	189.33	141.29	74.40	2,532.07
1985	42.59	70.81	5,421.83	52.19	71.68	42.74	419.61	211.79	142.67	73.35	2,550.74
1986	45.24	71.78	5,571.80	56.32	75.11	43.54	449.84	213.81	144.10	73.88	2,556.36
1987	49.23	76.70	5,719.82	60.23	77.49	51.86	499.88	282.94	142.11	77.98	2,602.82
1988	51.72	80.26	5,699.03	54.39	68.11	55.83	500.12	227.22	137.27	84.64	2,704.69
1989	56.42	90.13	6,300.02	43.65	69.12	54.34	442.31	325.77	132.34	90.19	2,512.47
1990	55.54	90.01	7,752.35	43.25	74.28	61.71	468.14	174.40	129.59	84.83	2,460.19
1991	56.53	86.45	8,580.57	43.71	78.25	59.16	446.68	168.78	130.37	90.78	2,574.05
1992	66.38	111.40	8,255.62	49.73	86.63	67.76	461.84	186.92	126.32	97.31	2,609.27
1993	75.75	118.46	8,147.55	47.70	95.03	78.77	457.00	200.57	116.83	105.47	3,061.03
1994	88.60	116.29	7,849.83	45.83	103.08	90.40	471.38	229.06	112.72	114.73	2,842.49
1995	90.73	144.08	7,620.78	47.66	108.98	102.67	503.79	259.79	111.22	119.20	3,055.18
1996	86.83	163.88	7,603.91	47.60	113.39	102.77	532.34	270.84	114.52	124.65	3,471.83
1997	106.40	173.26	7,801.17	49.74	121.90	108.80	528.99	305.68	123.26	128.69	3,274.42
1998	115.72	183.91	8,646.83	56.98	137.30	113.37	522.53	344.97	128.53	135.94	3,059.67
1999	119.02	188.82	8,482.80	62.17	141.80	102.10	537.97	391.91	136.67	138.14	3,158.92
2000	111.72	193.02	8,656.34	64.78	138.41	77.14	494.32	439.20	134.85	121.45	3,295.92
2001	127.64	181.99	8,522.18	68.44	140.58	72.83	452.25	397.85	130.55	106.45	3,609.19
2002	127.45	201.56	8,789.48	71.39	160.59	77.97	452.52	395.64	134.09	90.59	3,504.59
2003	128.52	197.25	8,312.65	73.07	167.17	83.63	435.42	377.07	138.91	84.15	3,603.65
2004	134.60	194.74	10,160.46	75.57	155.30	70.79	492.82	405.20	147.29	90.36	3,374.39
2005	130.00	203.77	9,792.55	76.37	149.74	77.69	435.72	399.06	151.50	91.56	3,824.78
2006	132.59	200.68	10,424.09	78.10	152.93	74.98	437.37	354.11	171.13	97.99	4,159.72
2007	162.36	200.68	11,424.14	93.81	173.94	87.32	443.63	352.10	177.68	105.75	4,244.07
2008	163.53	200.68	13,116.67	82.19	176.39	101.09	623.35	340.39	171.11	120.99	4,244.07

A.5. Base de datos de las emisiones de CO2 de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	78,476.65	328.89	1,971.79	75,788.72	24,821.55	1,140.82	20,554.25	3,604.92	1,245.76	2,278.72	1,520.22	403.44
1971	83,240.30	343.08	2,334.08	85,583.54	24,827.89	1,312.53	22,871.41	3,848.35	1,454.23	2,350.01	1,474.22	393.25
1972	84,310.77	357.86	2,660.58	93,752.35	26,842.45	1,484.47	23,075.28	4,337.06	1,666.30	3,050.77	1,486.53	379.74
1973	88,783.73	392.06	2,940.70	110,549.48	27,021.15	1,687.58	22,407.26	5,160.25	1,856.35	2,896.69	1,720.59	393.87
1974	88,661.49	383.88	3,188.08	121,074.61	29,979.55	1,628.36	21,921.92	5,480.85	1,852.75	2,767.09	1,518.24	443.88
1975	86,405.08	400.99	3,601.20	128,438.34	29,814.60	1,793.64	18,936.59	6,262.85	2,104.86	3,047.29	1,796.46	441.28
1976	90,189.65	417.37	3,933.87	141,302.00	32,681.57	1,874.47	19,617.19	7,192.93	2,205.33	3,265.02	1,821.55	607.97
1977	94,087.46	504.41	4,342.43	145,544.61	33,855.30	2,354.30	20,541.08	8,578.44	2,336.37	3,846.59	1,846.44	632.30
1978	93,710.30	524.79	4,639.82	160,620.63	34,424.82	2,526.58	21,520.41	9,860.02	2,369.04	4,234.99	1,704.76	691.00
1979	98,869.97	568.36	4,714.19	171,330.52	35,888.20	2,522.10	22,754.62	10,974.76	2,278.78	4,644.77	1,664.11	717.59
1980	97,047.53	598.03	4,758.50	169,131.42	35,756.59	2,264.93	23,175.45	11,969.19	1,893.05	4,702.81	1,781.16	675.74
1981	95,345.90	625.10	4,927.13	159,651.72	36,405.07	2,109.98	23,105.33	13,274.83	1,877.57	4,121.67	1,723.88	566.25
1982	94,030.82	635.12	4,834.63	163,473.22	37,363.77	1,763.15	20,036.67	13,372.15	1,785.91	3,741.86	1,464.23	723.84
1983	96,587.23	599.22	4,585.66	156,066.71	39,499.09	1,813.37	20,389.61	12,299.92	1,802.89	3,279.02	1,305.55	802.58
1984	95,637.74	645.44	4,495.48	156,347.12	39,163.60	1,930.61	21,739.62	12,653.48	1,843.60	3,613.74	1,394.37	832.77
1985	88,657.00	685.31	4,313.91	168,762.61	39,325.38	2,031.75	21,302.58	13,198.29	1,984.18	3,736.96	1,422.16	859.21
1986	95,732.99	761.56	4,368.19	189,750.56	40,983.92	2,203.82	21,861.17	13,510.28	1,952.36	2,874.54	1,349.44	809.31
1987	100,801.28	765.91	4,685.90	194,402.08	43,349.34	2,329.29	22,546.54	12,168.60	2,298.67	3,343.50	1,340.64	884.17
1988	104,459.68	794.43	4,777.42	196,061.74	44,216.90	2,546.32	26,517.36	13,301.29	2,412.37	3,617.61	1,379.58	973.24
1989	100,682.14	867.18	5,274.27	201,184.92	44,347.11	2,737.06	31,066.63	12,583.02	2,363.25	3,701.22	1,229.96	1,009.02
1990	94,300.62	881.56	5,602.84	205,296.44	46,716.87	2,717.58	31,923.53	12,125.94	2,325.15	3,895.80	1,171.71	957.36
1991	100,419.84	882.22	5,693.90	213,049.77	48,103.82	2,898.67	30,618.94	13,350.91	2,962.25	4,374.55	1,142.62	963.53
1992	103,324.12	803.86	5,942.29	215,138.87	53,166.50	3,679.93	31,597.79	14,199.38	3,241.79	5,099.66	1,070.10	874.44
1993	106,868.99	817.52	6,184.82	222,941.69	54,632.12	3,894.69	33,738.55	13,677.00	3,637.50	5,448.37	1,076.95	709.13
1994	110,922.75	854.09	6,754.25	234,352.07	55,656.26	4,753.50	37,275.49	14,659.77	4,308.16	6,179.61	1,405.57	186.24
1995	110,944.81	876.45	7,483.78	252,531.39	58,517.91	4,919.52	40,341.34	16,330.01	4,804.25	6,577.58	1,518.42	979.69
1996	116,954.15	898.00	6,935.45	274,338.93	58,248.89	4,661.51	46,009.12	18,306.90	4,301.03	6,390.91	1,541.75	1,110.21
1997	119,270.07	952.31	6,980.19	286,367.96	61,806.41	4,729.56	51,861.23	18,926.16	5,129.65	7,379.17	1,650.95	1,350.50
1998	122,333.61	978.11	7,347.49	294,132.70	63,043.51	5,571.82	52,715.32	18,537.77	5,501.03	8,442.29	1,714.12	1,359.87
1999	127,395.14	1,054.36	7,559.49	309,258.24	54,882.54	5,620.11	55,534.16	16,272.17	5,560.05	8,443.28	1,706.14	1,459.10
2000	124,652.01	1,021.50	6,592.53	311,400.84	55,487.49	5,241.71	51,611.35	17,930.71	5,633.09	9,463.10	1,633.63	1,493.68
2001	117,396.16	1,086.03	7,696.85	315,896.35	54,592.08	5,659.01	49,100.86	19,007.93	5,841.33	10,152.85	1,587.52	1,632.85
2002	111,820.80	1,073.91	7,621.58	316,536.99	55,604.47	5,604.85	49,871.78	19,436.17	5,824.00	10,838.30	1,590.08	1,687.09
2003	119,228.80	1,085.65	8,022.01	307,576.18	57,214.91	5,855.95	52,358.84	19,501.27	6,120.42	10,835.93	1,559.43	1,652.39
2004	139,398.36	1,115.90	10,382.38	360,116.01	54,764.84	6,389.08	57,840.73	23,105.32	6,278.48	10,758.85	1,497.79	2,040.37
2005	140,425.72	1,159.45	10,706.75	354,631.21	57,005.35	5,959.59	57,091.20	25,621.85	6,026.93	11,079.25	1,546.11	2,077.09
2006	147,210.84	1,181.78	11,272.95	360,434.10	57,737.47	7,153.95	59,958.33	26,776.26	6,423.67	11,707.16	1,556.16	2,129.03
2007	147,451.25	1,181.81	12,524.29	385,273.09	58,433.74	7,846.78	68,371.68	27,769.32	6,958.74	12,681.67	1,556.15	2,390.56
2008	147,451.28	1,181.81	12,773.52	415,099.72	61,045.63	7,858.74	68,371.68	29,234.91	6,958.74	11,609.27	1,556.15	2,390.57

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	1,114.03	7,431.08	87,915.02	1,359.35	1,954.75	591.97	14,864.17	3,067.13	6,725.71	4,943.26	51,033.33
1971	1,108.14	7,754.54	93,721.89	1,536.88	2,277.38	606.80	15,148.14	3,386.47	6,146.72	4,991.31	52,897.33
1972	1,148.41	8,021.32	106,261.44	1,554.23	2,441.61	671.92	15,161.30	4,429.74	5,888.65	5,418.49	55,396.70
1973	1,258.54	8,727.90	117,033.74	1,683.15	2,694.68	749.17	16,062.85	4,423.92	6,471.25	5,058.09	63,095.40
1974	1,236.85	8,602.74	128,169.99	1,867.82	2,838.99	734.44	17,346.98	4,819.60	6,866.38	4,874.02	63,445.81
1975	1,323.64	7,512.71	135,320.11	1,920.42	2,923.79	755.19	18,264.26	5,009.23	5,530.67	5,169.77	62,834.04
1976	1,418.99	6,756.82	145,776.75	2,200.34	3,008.78	845.70	18,547.79	5,163.31	6,580.81	5,240.96	67,821.92
1977	1,582.01	7,159.67	154,465.19	2,660.58	2,920.92	1,182.58	18,226.82	5,480.52	7,131.96	5,179.06	70,429.09
1978	1,609.54	7,253.93	172,288.41	2,391.96	2,804.62	1,478.76	18,375.17	5,704.22	8,135.69	5,340.74	76,691.07
1979	1,703.21	7,117.38	187,238.14	1,619.40	2,965.98	1,429.57	19,214.28	5,984.02	7,045.77	5,824.54	85,871.77
1980	1,686.83	6,818.76	209,461.33	1,830.67	2,715.96	1,432.78	20,388.48	6,223.41	7,375.43	5,276.34	92,875.47
1981	1,619.99	6,756.67	226,591.80	1,960.99	2,435.30	1,401.60	21,191.44	5,891.89	7,482.60	4,964.22	95,636.73
1982	1,603.67	5,798.19	236,707.59	1,980.91	2,838.51	1,451.59	20,918.48	5,779.07	8,470.57	4,648.22	98,052.58
1983	1,789.13	5,871.98	228,983.58	1,997.10	3,216.39	1,388.49	18,029.89	6,690.27	8,862.93	3,750.17	97,167.67
1984	1,847.04	5,400.81	237,422.43	1,902.84	2,661.07	1,565.25	18,896.17	7,019.34	8,998.88	3,355.69	97,620.89
1985	1,688.38	4,977.49	246,111.79	1,923.56	2,513.75	1,582.21	17,935.47	5,916.25	9,707.93	3,157.34	96,646.90
1986	1,747.68	4,773.32	245,355.69	2,222.62	2,633.14	1,616.62	19,304.17	6,995.80	10,233.32	3,118.52	98,788.91
1987	1,948.13	4,961.17	256,290.60	2,287.67	2,855.62	1,811.40	21,023.16	7,770.74	10,427.59	3,482.27	98,626.34
1988	2,160.17	5,182.61	259,048.74	2,044.77	2,206.71	2,058.08	21,179.13	8,022.42	11,107.24	4,478.73	100,681.74
1989	2,380.09	6,558.26	272,700.96	1,689.89	2,311.32	1,999.91	19,145.11	8,343.33	11,214.19	4,812.98	94,817.54
1990	2,225.81	7,625.13	285,621.23	1,904.44	2,438.61	2,178.08	19,681.27	7,334.54	11,047.43	3,606.73	92,183.77
1991	2,218.79	7,513.29	295,913.11	1,937.39	2,914.85	2,014.54	18,812.99	7,442.42	11,727.48	4,131.58	90,484.51
1992	2,547.27	8,242.24	299,854.80	2,223.10	3,424.63	2,482.21	20,768.87	8,780.93	11,947.58	4,521.77	91,725.92
1993	2,679.53	8,525.72	302,582.52	2,191.76	3,484.85	3,017.88	20,914.23	8,712.95	11,699.68	4,304.28	99,757.07
1994	3,037.49	8,501.89	324,832.48	2,427.84	3,737.39	3,369.55	21,826.99	10,417.00	13,020.89	4,030.43	100,212.51
1995	3,485.85	8,841.23	307,792.10	2,602.72	4,074.42	3,741.26	24,773.34	11,050.89	12,788.37	4,457.32	108,550.98
1996	3,463.40	9,221.47	325,056.09	2,768.72	4,135.75	3,882.20	26,732.40	11,838.71	14,132.99	5,308.44	114,708.10
1997	3,610.92	9,327.72	352,541.05	2,954.18	4,368.92	4,299.04	26,792.06	13,488.12	15,086.26	5,312.80	136,324.41
1998	4,300.26	9,806.48	378,072.13	3,431.96	5,280.48	4,483.68	25,878.46	15,225.91	16,638.41	5,596.17	140,288.04
1999	4,485.96	10,001.81	371,987.36	3,479.42	4,742.75	4,435.34	28,331.52	15,978.13	20,052.24	6,698.34	124,592.42
2000	4,596.76	10,196.45	367,743.55	3,577.53	4,792.70	3,612.07	27,396.09	17,062.40	19,535.87	5,234.86	131,385.72
2001	5,408.05	10,226.30	363,889.28	3,751.56	5,488.34	3,260.48	25,269.12	16,902.90	21,526.69	4,578.51	132,777.84
2002	5,728.89	10,628.74	379,548.14	3,846.35	5,924.07						

A.6. Base de datos de las emisiones de HC de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	246.81	0.76	0.58	44.04	18.90	0.19	7.36	3.65	0.25	0.41	0.49	0.05
1971	270.23	0.12	0.78	44.40	14.26	0.21	7.32	2.89	0.27	0.42	0.44	0.05
1972	404.22	0.16	0.81	48.67	16.53	0.23	7.55	2.71	0.29	0.50	0.47	0.05
1973	449.76	0.13	0.91	55.45	17.60	0.26	7.18	5.04	0.31	0.51	0.57	0.06
1974	158.82	0.77	0.94	66.49	25.94	0.26	7.00	18.02	0.29	0.49	0.48	0.06
1975	398.11	2.71	1.18	70.36	25.28	0.28	5.42	15.99	1.43	0.82	0.53	0.07
1976	359.83	2.71	1.27	66.78	27.79	0.29	5.52	14.27	3.88	0.81	0.55	0.08
1977	468.84	2.08	1.55	76.77	31.06	0.33	5.97	9.56	5.88	1.03	0.57	0.09
1978	499.26	7.81	1.53	87.29	33.39	0.36	5.97	10.34	5.79	1.19	0.55	0.10
1979	516.04	7.82	1.20	95.55	36.34	0.35	5.94	31.35	6.13	1.43	0.54	0.11
1980	632.48	7.89	2.83	100.64	31.23	0.32	6.37	8.40	5.24	1.30	0.59	0.10
1981	682.06	0.23	2.71	105.75	31.59	0.28	6.85	10.03	9.87	0.95	0.53	0.09
1982	554.07	0.11	3.95	117.87	32.38	0.25	5.29	27.90	7.25	0.79	0.52	0.37
1983	368.27	2.05	1.14	134.10	35.87	0.26	5.75	9.81	6.99	0.74	0.47	0.49
1984	461.70	6.55	1.79	142.46	33.88	0.28	6.88	11.77	7.08	0.81	0.45	0.51
1985	571.41	8.49	1.78	152.34	33.73	0.30	7.66	12.39	6.17	0.81	0.45	0.56
1986	249.85	9.13	3.00	151.37	38.22	0.33	7.78	12.27	5.49	0.72	0.46	0.27
1987	343.76	1.41	3.02	163.29	41.80	0.36	7.92	12.38	6.20	0.83	0.52	0.33
1988	471.90	2.06	2.97	194.54	38.74	0.44	8.74	11.26	6.14	0.90	0.57	0.38
1989	301.51	1.42	3.74	142.58	43.80	0.67	9.68	11.07	6.40	1.00	0.46	0.28
1990	246.11	3.36	3.46	147.41	40.51	0.71	9.31	6.81	6.01	1.05	0.45	0.19
1991	593.48	2.73	3.79	157.02	44.94	0.74	10.68	6.24	6.07	1.04	0.43	0.36
1992	673.88	3.36	4.13	147.80	43.71	0.98	11.81	5.93	5.97	1.18	0.43	0.34
1993	453.45	3.36	4.44	151.80	44.74	0.93	11.71	6.05	5.39	1.84	0.43	0.17
1994	409.29	2.08	4.93	235.46	43.92	4.94	11.12	9.72	4.95	2.26	0.51	0.04
1995	209.91	2.08	5.85	252.62	44.47	6.39	11.33	7.64	6.45	2.33	0.54	0.15
1996	275.51	0.80	311.83	293.36	46.02	7.57	12.23	9.83	6.94	2.46	0.53	0.29
1997	231.20	0.85	479.11	388.30	47.50	8.22	18.03	10.72	7.44	3.13	0.55	0.29
1998	249.78	0.86	194.13	362.96	44.00	8.18	12.48	9.09	7.03	3.65	0.62	0.32
1999	204.92	0.88	244.81	309.51	36.36	9.32	14.45	8.98	9.09	2.36	0.58	0.27
2000	213.70	0.80	170.06	377.24	35.31	11.60	13.18	9.70	11.94	2.74	0.56	0.24
2001	220.59	0.67	161.69	386.10	36.31	13.21	14.59	9.13	14.46	2.91	0.49	0.26
2002	211.32	0.73	122.17	480.03	37.99	14.80	12.86	11.16	14.82	2.84	0.66	0.26
2003	298.10	0.70	107.57	402.09	69.87	16.57	12.47	9.85	15.44	5.98	0.56	0.26
2004	434.07	0.72	147.28	506.03	37.62	9.93	14.62	12.24	16.01	5.86	0.54	0.42
2005	384.27	0.75	157.31	474.80	41.92	9.25	13.21	14.35	18.87	5.15	0.56	0.42
2006	85.55	0.76	43.33	405.79	43.60	20.25	13.27	10.61	21.76	5.03	0.56	0.43
2007	112.56	0.77	33.64	441.63	37.55	19.70	12.50	8.87	18.81	7.37	0.56	0.45
2008	112.56	0.77	31.61	659.99	42.40	19.53	12.50	9.02	18.81	7.83	0.56	0.45

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	0.54	1.09	258.42	0.81	0.34	0.12	6.74	3.74	50.22	5.25	47.72
1971	0.52	1.17	202.82	0.86	0.40	0.13	7.49	3.95	52.04	5.23	54.10
1972	0.54	1.27	190.37	0.93	0.47	0.14	7.16	4.64	29.14	4.68	69.86
1973	0.57	1.19	205.94	1.02	0.54	0.15	7.62	5.64	45.61	4.87	64.36
1974	0.55	1.92	225.60	1.03	0.50	0.14	8.29	5.66	43.75	5.20	63.37
1975	0.58	1.49	207.72	1.07	0.48	0.14	8.55	5.52	29.29	5.33	50.53
1976	0.59	1.27	191.74	1.18	0.49	0.16	8.24	4.93	41.85	4.23	34.66
1977	0.68	0.95	225.81	1.30	0.49	0.21	7.95	5.03	37.54	2.31	25.78
1978	0.77	0.93	309.41	1.28	0.50	0.25	7.57	3.26	42.66	3.95	31.51
1979	0.78	0.99	305.09	0.99	0.50	0.26	7.34	5.31	51.67	3.20	29.38
1980	0.72	0.85	256.13	1.11	0.49	0.26	7.91	3.57	43.34	2.14	34.62
1981	0.66	0.81	228.10	1.19	0.47	0.30	8.47	3.70	55.66	2.08	26.61
1982	0.64	0.86	447.72	1.15	0.49	0.36	8.08	1.53	52.39	2.15	51.36
1983	0.63	0.92	300.50	1.58	0.51	0.33	7.25	3.98	24.80	1.73	26.27
1984	0.66	0.52	226.52	2.73	0.48	0.41	7.84	4.42	39.18	1.24	85.41
1985	0.66	2.04	241.74	2.64	0.70	0.36	7.24	4.59	74.60	1.31	32.75
1986	0.64	1.68	739.34	2.43	0.71	0.42	7.82	4.49	73.17	1.37	25.72
1987	0.70	1.74	853.80	2.60	0.77	0.53	7.98	6.31	73.18	1.63	135.54
1988	0.75	1.76	377.82	2.42	0.56	0.57	7.95	5.28	73.86	2.03	29.14
1989	0.82	4.01	350.85	3.19	0.56	0.55	7.82	7.47	73.79	1.71	30.43
1990	0.78	4.60	107.81	3.12	0.71	0.57	7.92	3.58	74.29	1.71	26.90
1991	0.79	3.30	159.35	2.86	0.85	0.66	8.71	3.33	68.97	1.93	23.37
1992	0.92	3.70	139.69	3.25	0.96	0.66	10.83	4.19	68.84	1.82	24.74
1993	1.03	4.89	119.58	2.80	1.03	0.72	10.54	3.64	101.89	2.53	131.34
1994	1.18	3.61	117.33	2.71	1.09	0.72	10.47	4.44	79.39	2.02	26.72
1995	1.24	5.56	121.70	2.59	1.09	0.75	10.93	4.86	113.33	2.12	31.88
1996	1.21	6.03	136.89	2.65	1.53	0.73	12.26	4.93	116.49	3.30	54.78
1997	1.42	6.00	139.80	2.30	1.19	0.71	11.29	5.68	122.72	3.02	45.78
1998	1.56	6.10	159.94	1.85	1.32	0.73	11.85	6.27	104.63	2.51	47.19
1999	1.64	5.94	153.87	1.83	1.32	0.76	12.23	6.55	11.99	2.00	35.77
2000	1.77	6.18	148.05	1.87	1.30	0.54	12.06	7.31	16.10	2.03	37.90
2001	2.16	5.87	136.87	2.46	0.89	0.49	10.74	7.02	15.19	1.28	158.31
2002	2.38	8.29	2,562.71	2.65	2.20	0.54	11.76	6.05	11.51	1.28	152.79
2003	2.89	5.49	2,673.03	3.00	2.13	0.57	11.22	6.24	10.29	1.73	160.46
2004	2.64	4.07	174.56	2.45	0.96	0.51	11.54	6.56	10.34	6.08	31.85
2005	3.10	3.68	179.57	2.47	1.16	0.90	12.74	5.76	10.48	9.59	37.42
2006	1.64	2.88	183.41	2.07	1.08	0.75	11.48	3.67	12.23	10.66	2,126.20
2007	1.94	2.88	196.14	2.93	1.63	0.82	14.70	5.41	20.47	11.47	1,752.20
2008	2.44	2.88	204.99	2.65	1.28	1.23	17.20	6.52	19.95	8.11	1,752.21

A.7. Base de datos de las emisiones de NOX de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	511.96	1.88	12.97	484.66	130.36	8.26	96.56	23.77	8.23	12.60	11.31	2.26
1971	540.87	1.79	18.58	536.37	115.11	8.70	108.26	25.39	9.06	12.91	9.83	2.21
1972	555.69	2.05	23.40	600.75	145.29	9.92	109.46	30.61	10.30	16.28	10.16	2.22
1973	571.53	2.30	27.26	710.39	135.51	10.95	105.45	40.98	11.34	16.83	14.88	2.41
1974	573.76	2.24	28.15	785.07	154.99	11.80	102.05	42.06	11.86	15.47	13.33	2.49
1975	578.17	2.38	30.27	849.76	159.94	12.98	90.81	46.56	13.14	18.74	15.20	2.76
1976	600.98	2.32	33.91	943.92	173.87	13.88	94.68	52.77	14.01	19.06	15.17	3.57
1977	628.16	2.49	36.72	973.16	181.42	16.52	96.72	60.46	14.94	25.78	15.56	3.72
1978	609.74	2.91	39.35	1,067.62	184.88	18.23	104.98	69.09	15.81	27.18	14.66	4.03
1979	656.38	2.99	40.11	1,150.37	192.42	18.65	111.43	74.61	15.28	30.44	14.30	4.39
1980	643.45	3.17	38.19	1,168.38	199.20	17.82	117.79	88.48	12.15	33.02	15.65	4.21
1981	626.91	3.37	38.63	1,143.96	202.66	16.05	118.97	98.85	11.45	27.10	14.35	4.45
1982	628.20	3.42	39.46	1,177.40	213.28	13.89	104.19	101.53	11.55	25.36	13.40	4.81
1983	648.12	3.45	36.92	1,144.74	223.56	14.33	107.30	96.01	11.60	23.11	13.07	5.08
1984	640.84	3.48	35.83	1,164.62	222.18	15.06	112.03	106.34	11.89	24.94	12.10	5.26
1985	609.87	3.68	35.12	1,257.92	227.79	15.38	110.57	110.40	13.41	25.81	12.35	5.34
1986	662.93	4.00	35.54	1,402.09	232.68	17.13	112.88	113.13	13.44	21.74	12.27	5.23
1987	691.64	4.08	38.00	1,432.00	249.43	17.67	118.12	100.21	15.03	25.35	12.36	5.49
1988	720.15	4.24	39.21	1,463.10	256.82	20.81	139.55	114.37	15.56	27.71	12.77	6.18
1989	701.86	4.48	43.35	1,502.43	264.75	22.22	161.87	106.64	15.80	27.72	11.69	6.42
1990	665.70	4.65	44.97	1,537.05	272.26	21.28	169.43	88.17	16.28	30.50	10.94	6.50
1991	715.64	4.86	48.28	1,597.54	278.24	22.85	174.79	97.87	20.22	32.51	10.74	6.17
1992	728.08	4.45	49.49	1,633.57	307.52	27.59	179.21	102.36	22.50	36.97	9.72	6.05
1993	765.47	4.52	52.21	1,705.41	317.24	31.11	198.07	103.19	24.79	45.16	9.78	4.91
1994	830.16	4.76	56.21	1,788.53	324.32	35.84	221.97	112.73	29.50	52.84	14.15	1.34
1995	847.11	4.80	59.59	1,924.88	348.42	36.53	245.03	121.99	30.95	55.20	15.43	6.67
1996	911.93	4.91	53.92	2,054.79	356.16	35.87	264.36	136.24	28.21	56.20	16.29	7.76
1997	932.34	5.66	52.01	2,107.53	379.33	37.01	293.00	140.97	33.13	68.26	17.64	8.31
1998	967.36	5.98	53.99	2,176.08	386.34	42.00	306.26	139.83	35.49	77.73	18.92	8.58
1999	997.35	6.47	54.38	2,306.67	336.95	45.60	327.87	124.19	35.86	59.71	18.44	9.15
2000	998.17	6.08	49.65	2,312.06	348.04	41.14	317.46	138.42	35.85	65.62	17.70	9.20
2001	918.95	6.33	59.81	2,396.97	342.28	45.17	300.89	145.30	36.42	71.46	16.53	9.93
2002	895.33	6.19	62.92	2,424.59	337.98	43.42	303.55	149.30	36.21	76.47	18.12	10.77
2003	955.74	6.24	63.90	2,350.81	349.88	44.65	325.21	153.70	37.80	79.79	17.09	10.84
2004	1,139.41	6.42	85.01	2,587.93	346.65	46.85	347.48	177.83	38.81	76.00	16.78	12.38
2005	1,165.82	6.67	87.56	2,547.97	368.86	45.36	380.74	207.96	36.74	81.89	17.32	12.60
2006	1,136.40	6.79	106.53	2,579.55	377.26	51.84	377.73	225.60	38.99	83.50	17.43	12.91
2007	1,104.49	6.79	117.96	2,749.88	401.47	56.34	420.85	229.59	38.13	89.35	17.43	15.35
2008	1,104.49	6.79	121.83	2,977.46	424.77	56.29	420.85	228.83	38.13	80.92	17.43	15.35

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	6.80	38.04	489.68	8.45	8.92	4.79	101.61	24.56	34.29	28.98	449.54
1971	6.86	40.52	512.91	9.40	11.38	4.99	103.32	27.07	31.88	29.51	480.54
1972	7.30	41.95	581.33	9.58	12.11	5.35	101.42	36.71	31.86	32.21	466.28
1973	8.26	44.45	629.22	10.21	13.44	6.12	108.86	36.16	34.80	30.77	514.79
1974	7.97	42.34	711.39	11.29	14.80	6.21	120.14	39.16	36.79	29.62	506.90
1975	8.68	36.05	787.69	11.75	15.68	6.37	125.57	40.32	34.71	32.10	469.62
1976	9.30	29.75	852.53	13.05	16.33	7.37	128.99	39.80	39.01	32.75	480.22
1977	10.58	28.97	896.73	15.63	15.51	9.90	129.95	41.92	43.26	33.68	492.89
1978	11.03	28.32	1,012.28	14.92	15.22	12.46	132.24	37.92	47.96	34.65	534.78
1979	11.65	28.29	1,118.19	10.92	16.27	12.58	136.21	46.17	43.66	37.22	574.89
1980	11.44	26.66	1,256.27	13.66	15.22	13.85	150.43	43.61	47.24	38.23	589.65
1981	11.36	27.18	1,369.67	14.98	14.83	13.75	158.14	38.64	48.88	37.11	610.38
1982	11.47	24.71	1,440.44	15.22	16.62	13.80	151.37	31.76	53.15	34.66	609.04
1983	12.48	25.63	1,366.57	15.75	18.22	13.57	130.38	46.31	54.57	30.83	653.07
1984	12.93	22.78	1,386.85	15.34	15.82	15.20	143.19	48.74	57.27	28.20	660.25
1985	11.72	42.02	1,428.83	15.03	15.02	15.25	132.48	39.34	59.38	27.98	609.52
1986	12.18	36.32	1,406.94	16.27	15.32	15.77	138.38	45.77	60.71	26.52	631.77
1987	13.44	37.89	1,462.24	17.46	16.53	17.59	146.04	50.80	62.07	28.77	642.16
1988	14.78	38.81	1,465.81	16.19	13.91	19.90	145.05	59.75	61.44	32.79	777.27
1989	16.33	45.07	1,530.19	13.36	14.55	19.70	138.94	64.44	59.35	35.11	644.10
1990	15.34	33.63	1,562.87	14.37	15.36	21.28	150.51	58.04	57.18	29.57	610.80
1991	15.05	32.89	1,634.90	14.06	17.77	19.22	134.63	57.23	61.81	32.38	566.04
1992	16.89	61.53	1,632.73	15.28	20.90	24.24	165.71	70.31	62.45	35.74	570.96
1993	18.71	80.81	1,654.76	15.20	21.95	31.16	163.86	65.03	59.73	37.09	601.26
1994	21.84	67.49	1,750.09	16.85	23.73	33.69	173.29	84.02	63.89	38.01	627.41
1995	23.55	88.57	1,664.92	18.52	25.67	37.97	196.85	87.55	63.08	39.64	650.50
1996	23.60	91.57	1,769.49	19.81	25.25	38.68	216.67	94.87	71.30	44.72	675.70
1997	24.84	95.15	1,954.65	21.11	27.40	43.89	204.23	109.73	74.43	45.93	813.05
1998	28.62	96.94	2,056.83	23.89	32.48	45.66	192.96	123.13	77.04	48.59	834.59
1999	34.98	98.42	2,062.49	25.32	29.08	46.37	212.89	130.71	91.35	53.33	782.90
2000	30.69	98.90	2,080.99	24.96	28.85	37.74	198.11	136.32	97.91	46.16	791.26
2001	43.42	99.12	2,092.64	25.70	35.37	34.15	178.24	135.40	99.50	42.65	836.44
2002	46.30	93.42	2,368.61	25.88	38.37	43.05	177.49	124.32	112.61	39.83	799.68
2003	53.80	97.55	2,498.44	26.55	42.81	45.71	185.38	125.74	136.28	39.17	772.53
2004	53.97	77.43	2,685.92	27.47	38.16	44.13	201.42	121.38	140.43	44.87	769.34
2005	53.72	81.89	2,717.67	27.86	39.86	40.19	227.16	127.27	148.22	45.18	879.03
2006	47.39	81.38	2,976.46	33.29	41.78	41.41	236.85	123.02	196.48	50.03	990.20
2007	52.65	81.38	3,237.69	41.28	47.42	44.27	248.26	144.37	201.46	48.97	834.09
2008	51.96	81.38	3,419.20	34.24	46.92	47.30	306.11	151.22	188.33	57.89	834.09

A.8. Base de datos de las emisiones de PAR de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	17.06	0.07	0.94	7.52	5.36	0.14	3.72	0.85	0.28	0.33	0.56	0.03
1971	17.56	0.10	1.19	7.87	4.16	0.16	4.44	0.90	0.29	0.35	0.60	0.03
1972	18.07	0.08	1.39	7.33	4.19	0.18	4.92	1.49	0.34	0.43	0.54	0.02
1973	17.95	0.09	1.54	8.21	4.15	0.19	4.78	2.57	0.38	0.51	0.51	0.02
1974	17.25	0.09	1.58	7.56	5.18	0.17	4.13	2.38	0.34	0.48	0.43	0.02
1975	16.37	0.09	1.57	7.65	3.87	0.18	3.28	2.45	0.38	0.54	0.53	0.02
1976	16.54	0.10	1.64	7.48	3.77	0.17	3.51	2.86	0.36	0.62	0.52	0.03
1977	17.45	0.19	1.61	8.15	3.76	0.23	3.57	2.93	0.34	0.80	0.54	0.03
1978	16.80	0.17	1.60	9.48	3.79	0.26	3.36	3.27	0.27	0.83	0.52	0.04
1979	16.83	0.18	1.47	10.16	3.76	0.22	3.26	3.56	0.20	1.04	0.47	0.05
1980	15.17	0.19	1.36	10.98	3.44	0.15	3.25	3.08	0.22	1.22	0.51	0.05
1981	13.76	0.18	1.22	10.71	3.59	0.09	3.13	3.49	0.17	0.95	0.47	0.09
1982	12.24	0.20	1.32	11.63	3.60	0.08	2.92	3.50	0.17	0.91	0.44	0.12
1983	13.09	0.19	1.02	13.93	3.54	0.09	2.62	3.30	0.13	0.68	0.43	0.14
1984	12.53	0.19	0.97	15.46	3.60	0.10	2.55	3.19	0.13	0.76	0.38	0.15
1985	10.14	0.20	0.90	18.21	3.99	0.10	2.21	3.19	0.18	0.75	0.42	0.15
1986	13.05	0.21	0.72	20.02	4.62	0.10	2.33	3.11	0.15	0.37	0.42	0.19
1987	14.60	0.22	0.71	20.59	5.38	0.13	2.47	2.29	0.26	0.36	0.46	0.19
1988	16.22	0.22	0.70	20.04	5.43	0.13	2.57	3.30	0.20	0.39	0.46	0.19
1989	13.90	0.22	0.75	20.02	6.30	0.12	2.78	3.04	0.17	0.39	0.40	0.20
1990	12.66	0.24	0.75	20.60	6.59	0.10	2.63	2.65	0.16	0.42	0.39	0.22
1991	13.41	0.26	0.67	22.00	6.47	0.09	3.44	2.95	0.31	0.56	0.39	0.18
1992	13.20	0.25	0.71	21.05	7.02	0.16	3.88	3.20	0.32	0.60	0.37	0.13
1993	12.29	0.26	0.70	21.34	6.70	0.17	4.29	3.12	0.38	1.13	0.37	0.10
1994	11.97	0.26	0.76	22.81	6.58	0.22	4.70	3.34	0.43	1.50	0.71	0.02
1995	11.52	0.27	0.74	23.17	7.79	0.22	5.03	3.97	0.49	1.47	0.76	0.13
1996	12.03	0.29	0.71	25.63	8.50	0.24	4.38	3.86	0.45	1.57	0.77	0.22
1997	11.63	0.33	0.69	27.40	8.78	0.24	4.24	4.15	0.67	2.30	0.83	0.26
1998	12.32	0.33	0.70	27.61	9.83	0.39	4.20	4.13	0.60	2.64	0.90	0.21
1999	12.38	0.34	0.70	29.30	9.65	0.20	5.50	3.89	0.58	1.51	0.85	0.22
2000	11.81	0.31	0.68	27.61	8.77	0.21	3.93	4.03	0.65	1.48	0.82	0.36
2001	11.01	0.34	0.87	29.75	8.65	0.25	3.58	4.17	0.69	1.54	0.72	0.44
2002	10.53	0.33	0.96	29.66	8.21	0.25	3.95	4.31	0.74	1.74	0.89	0.41
2003	11.11	0.33	0.92	30.96	8.68	0.26	4.49	4.50	0.75	1.72	0.80	0.35
2004	13.01	0.34	1.32	64.78	7.89	0.31	6.57	5.70	0.72	1.70	0.77	0.40
2005	13.43	0.35	1.38	64.62	8.31	0.14	4.32	6.04	0.68	1.71	0.79	0.41
2006	22.85	0.36	1.36	66.62	8.75	0.43	5.05	5.78	0.72	1.86	0.80	0.42
2007	22.56	0.36	1.44	74.87	8.99	0.61	6.18	6.84	0.99	2.14	0.80	0.38
2008	22.56	0.36	1.43	80.59	9.78	0.77	6.18	6.37	0.99	2.04	0.80	0.38

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	0.22	1.35	20.13	0.35	0.46	0.13	5.19	1.14	1.34	1.52	32.31
1971	0.23	1.60	21.23	0.44	0.49	0.13	5.50	1.30	1.25	1.55	30.99
1972	0.23	1.67	23.11	0.42	0.52	0.15	5.56	2.02	1.31	1.76	29.27
1973	0.25	1.64	25.06	0.38	0.56	0.16	5.98	2.01	1.51	1.55	30.69
1974	0.24	1.50	27.89	0.43	0.56	0.16	6.26	2.15	1.73	1.52	27.38
1975	0.26	1.15	30.25	0.46	0.56	0.15	6.41	2.21	1.83	1.58	22.52
1976	0.30	0.91	33.30	0.52	0.61	0.16	6.58	2.09	1.87	1.56	22.14
1977	0.36	0.90	36.00	0.71	0.55	0.25	7.09	2.25	2.00	1.44	20.84
1978	0.38	0.87	40.53	0.72	0.41	0.34	7.78	1.81	2.06	1.40	21.36
1979	0.40	0.78	43.07	0.46	0.52	0.23	8.13	2.46	1.89	1.49	24.09
1980	0.39	0.79	49.45	0.56	0.56	0.16	9.28	2.29	1.93	1.23	24.67
1981	0.38	0.81	52.44	0.64	0.44	0.14	9.38	2.14	1.79	1.07	24.25
1982	0.36	0.77	57.90	0.64	0.65	0.12	9.65	1.36	1.74	1.02	22.58
1983	0.35	0.87	57.40	0.69	0.71	0.11	8.14	2.51	1.60	0.59	21.98
1984	0.33	0.86	56.15	0.61	0.48	0.14	8.62	2.69	1.71	0.53	21.34
1985	0.26	2.56	56.27	0.61	0.35	0.16	8.06	2.07	1.84	0.48	20.08
1986	0.39	2.17	55.78	0.70	0.32	0.16	9.01	2.60	1.77	0.41	20.79
1987	0.42	2.31	59.81	0.71	0.38	0.14	9.17	2.53	1.69	0.57	20.69
1988	0.46	2.33	60.03	0.71	0.26	0.16	9.20	3.23	1.64	1.06	21.72
1989	0.48	2.58	60.18	0.54	0.28	0.08	8.88	4.12	1.55	1.20	21.38
1990	0.46	1.12	58.22	0.54	0.31	0.08	7.95	3.65	1.49	0.60	20.30
1991	0.46	1.06	58.14	0.49	0.33	0.09	5.89	3.52	1.53	0.79	20.36
1992	0.58	3.41	58.27	0.56	0.48	0.08	8.99	4.66	1.45	0.64	20.31
1993	0.50	4.85	57.82	0.54	0.51	0.07	7.74	4.28	1.38	0.56	21.30
1994	0.52	3.75	63.15	0.61	0.56	0.07	7.18	5.42	1.46	0.39	20.91
1995	0.69	5.62	59.74	0.69	0.57	0.07	7.76	5.55	1.43	0.52	23.20
1996	0.70	5.64	63.37	0.77	0.54	0.05	8.96	5.80	1.55	0.65	25.52
1997	0.81	5.96	71.86	0.77	0.56	0.07	7.71	6.58	1.53	0.56	30.27
1998	0.90	6.02	76.92	0.91	0.75	0.05	7.53	7.10	1.56	0.50	29.42
1999	0.84	6.02	75.66	1.01	0.64	0.03	7.20	7.64	1.79	0.93	26.45
2000	0.79	6.08	80.80	1.02	0.65	0.03	6.66	7.77	1.90	0.49	28.79
2001	1.06	6.08	78.75	1.08	0.71	0.02	6.44	7.83	1.91	0.23	29.30
2002	1.27	5.21	76.42	1.24	0.70	0.01	6.96	6.61	2.20	0.23	27.42
2003	1.49	5.52	74.82	1.26	0.76	0.01	5.66	6.45	2.76	0.19	24.82
2004	1.35	3.53	80.28	1.39	0.71	0.01	5.31	6.63	2.79	0.55	27.54
2005	1.36	3.01	80.65	1.53	0.74	0.05	5.02	7.55	3.42	0.48	30.74
2006	1.34	2.03	80.42	3.74	1.72	0.04	3.06	7.67	3.98	0.89	32.26
2007	1.76	2.03	81.91	3.99	1.74	0.03	2.73	8.06	3.90	0.51	29.82
2008	1.80	2.03	78.71	3.76	0.90	0.08	3.33	7.63	3.90	0.92	29.82

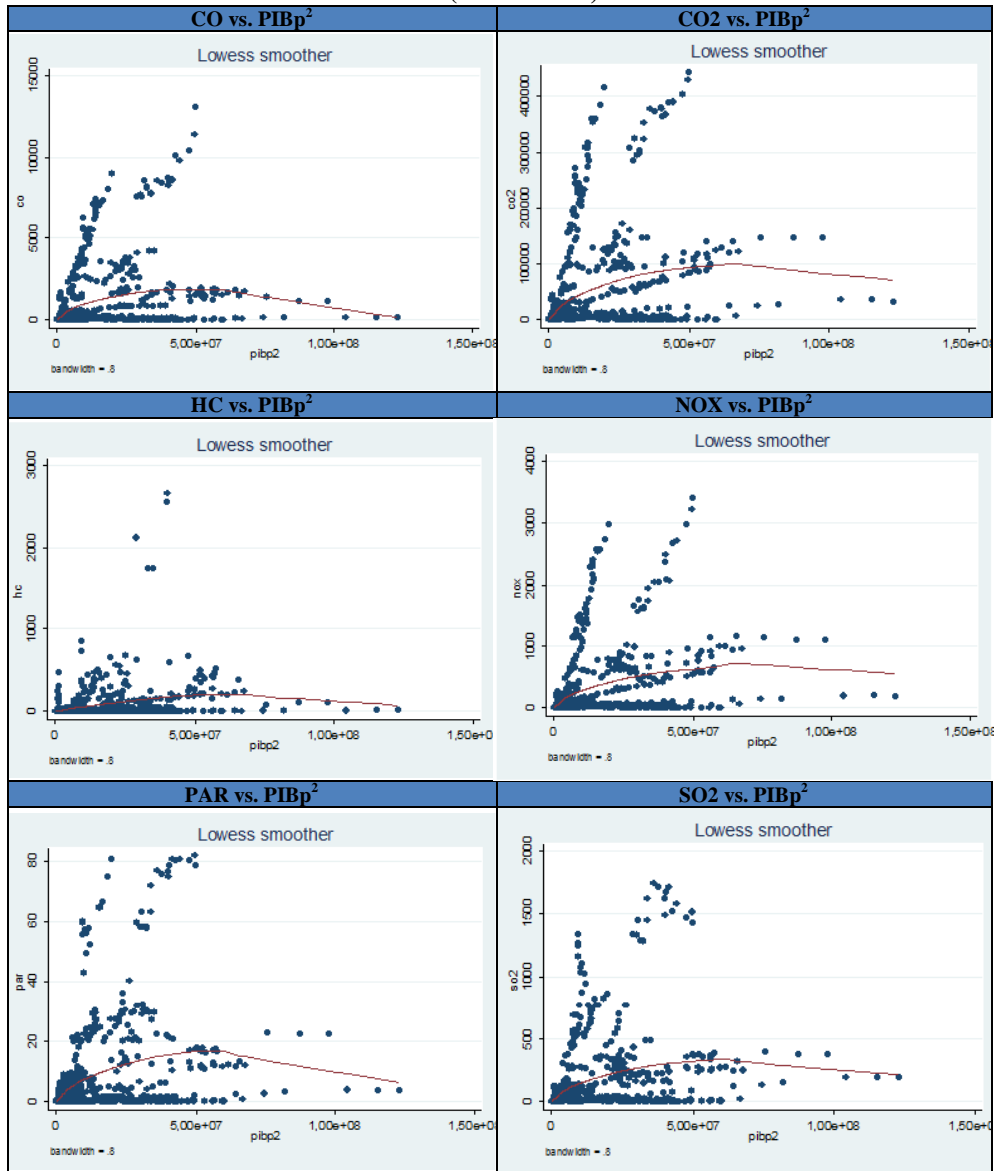
A.9. Base de datos de las emisiones de SO2 de América Latina y el Caribe (Gg)

PAIS	ARG	BAR	BOL	BRA	CHL	COL	CR	ECU	EL SAL	GUA	GUY	HAI
1970	361.05	1.35	9.76	306.88	112.64	3.54	109.14	12.79	5.10	9.38	11.78	1.77
1971	379.44	1.46	17.65	366.26	100.77	4.52	125.02	13.60	6.52	9.70	11.75	1.64
1972	368.88	1.22	24.37	376.35	90.57	5.05	125.19	16.18	8.13	16.26	12.26	1.56
1973	380.32	1.22	29.21	456.23	114.05	5.87	121.85	20.06	9.61	12.66	11.88	1.54
1974	365.64	1.32	29.03	483.00	120.15	5.22	118.39	19.48	9.75	12.43	10.19	2.04
1975	353.83	1.24	28.43	510.00	104.85	5.77	100.18	21.70	10.68	12.58	12.66	1.65
1976	375.10	1.68	31.17	577.45	121.09	5.54	107.42	24.11	10.69	15.17	13.17	2.81
1977	377.17	3.09	31.12	614.04	124.45	7.87	110.73	27.33	10.76	16.50	13.15	2.73
1978	378.03	3.26	31.92	676.02	118.55	8.26	111.95	32.65	9.21	18.92	11.97	2.98
1979	391.52	3.56	32.15	695.51	112.41	8.31	113.19	39.82	7.48	21.89	10.93	2.72
1980	349.86	3.72	32.81	693.61	113.35	6.91	113.85	42.96	6.68	22.83	11.65	2.57
1981	324.32	3.85	33.91	570.91	113.95	7.55	105.08	51.68	6.99	18.63	11.76	1.17
1982	305.72	4.11	34.59	542.52	113.89	5.51	84.74	50.52	6.32	15.96	8.40	2.56
1983	298.41	3.72	34.32	458.27	117.81	5.37	87.05	45.18	6.22	11.52	6.83	3.13
1984	306.57	4.23	32.04	427.46	121.57	5.87	94.78	40.41	5.97	12.83	9.06	3.27
1985	254.53	4.67	29.36	450.07	117.79	6.77	92.26	41.59	6.30	13.60	9.44	3.36
1986	286.43	5.31	27.28	537.52	117.67	6.62	91.39	41.29	6.08	6.52	8.50	2.96
1987	322.71	5.30	26.53	547.59	121.31	6.86	88.94	33.00	9.13	7.91	8.29	3.43
1988	338.61	5.24	27.89	532.93	123.43	7.28	110.92	38.27	9.00	8.76	8.28	3.53
1989	276.45	6.01	30.41	531.34	126.24	7.87	140.75	35.22	7.93	8.70	6.88	3.34
1990	225.69	5.88	30.40	521.14	134.27	7.90	145.98	37.86	6.86	9.01	6.46	2.91
1991	273.21	5.97	31.02	529.53	142.31	7.79	124.23	41.81	11.19	13.09	6.54	3.31
1992	273.42	5.46	31.32	538.54	163.22	10.16	123.31	47.97	11.16	15.30	6.37	2.64
1993	276.43	5.65	30.96	554.17	162.16	9.54	127.83	41.48	12.55	16.86	6.36	1.38
1994	261.20	5.86	32.64	577.23	161.43	11.39	142.70	43.05	14.15	18.18	6.89	0.21
1995	231.20	6.04	29.99	620.64	167.40	11.97	153.64	54.78	16.30	18.62	7.28	1.58
1996	244.65	6.48	25.16	698.08	156.56	10.50	187.50	61.94	15.20	17.21	6.76	2.13
1997	245.83	6.44	25.22	733.78	173.61	10.34	217.05	62.37	20.84	23.10	7.06	3.92
1998	251.78	6.13	25.37	721.93	182.79	12.71	195.45	59.19	21.37	26.67	7.30	3.07
1999	273.95	6.26	25.51	774.82	146.54	9.93	200.85	53.81	20.30	30.78	7.19	2.75
2000	271.40	6.05	26.50	755.24	146.73	9.86	161.51	54.20	21.56	35.97	6.24	2.40
2001	258.82	6.83	35.36	718.68	141.65	11.00	132.28	58.81	23.17	40.53	6.05	2.65
2002	241.58	6.52	42.73	662.05	136.44	10.24	133.13	59.71	25.10	44.56	5.91	2.63
2003	269.56	6.59	38.21	627.87	147.15	10.73	129.47	54.71	24.22	41.29	5.80	2.54
2004	337.86	6.77	61.57	825.83	122.23	11.32	162.95	83.40	23.81	37.58	4.53	2.66
2005	321.66	7.04	61.95	770.65	131.07	10.52	148.42	78.75	21.91	36.69	4.67	2.71
2006	394.47	7.17	64.51	774.46	135.47	13.74	176.56	73.16	24.21	41.57	4.70	2.78
2007	379.43	7.17	68.95	828.39	117.68	15.77	230.37	78.36	30.53	49.84	4.70	3.59
2008	379.43	7.17	69.48	864.41	122.28	15.49	230.37	84.43	30.53	43.68	4.70	3.59

PAIS	HON	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	RD	TYT	URU	VEN
1970	4.34	64.40	335.06	6.40	13.38	1.58	70.98	15.24	18.94	27.35	221.06
1971	3.93	66.49	364.41	7.60	14.59	1.40	70.05	17.62	15.44	25.93	215.40
1972	4.11	68.56	451.32	7.65	15.69	1.74	66.09	27.79	14.75	30.11	216.05
1973	4.32	74.77	480.51	7.99	17.35	1.72	66.47	27.66	25.02	26.85	238.48
1974	4.82	76.09	545.78	9.54	17.95	1.57	74.44	27.64	31.51	26.91	199.46
1975	5.44	63.68	584.93	9.45	17.90	1.80	76.16	26.60	23.12	30.33	168.65
1976	5.54	56.38	641.53	11.21	18.13	1.95	80.11	29.23	28.09	30.22	163.20
1977	5.85	63.98	700.93	15.39	17.19	3.62	78.42	32.45	27.53	29.08	153.38
1978	5.42	67.46	775.85	13.59	14.85	4.47	82.39	36.13	26.97	29.96	170.23
1979	5.97	63.66	769.47	8.17	17.39	3.36	86.20	37.20	26.59	34.21	221.11
1980	5.95	64.24	878.36	8.75	15.00	1.89	86.94	41.54	26.15	27.48	267.80
1981	5.78	63.07	942.22	9.38	11.45	1.84	84.00	39.05	25.02	24.60	271.08
1982	5.13	49.56	1,029.04	9.66	16.32	2.09	83.44	40.80	26.18	22.68	274.86
1983	5.63	50.17	1,041.63	10.27	18.13	1.83	66.35	45.33	27.49	13.10	267.16
1984	6.11	47.27	1,075.09	8.98	12.68	1.74	70.17	45.04	30.75	11.40	264.32
1985	4.73	33.38	1,109.50	9.32	10.42	1.45	68.99	33.43	38.56	10.07	261.51
1986	4.73	32.28	1,164.06	11.61	10.92	1.50	76.04	43.09	39.37	10.01	278.42
1987	4.97	33.08	1,250.77	11.66	12.64	1.78	82.06	41.84	38.82	12.18	277.03
1988	6.05	33.75	1,268.78	10.31	7.95	2.35	82.66	45.08	38.30	23.80	284.03
1989	7.26	46.65	1,341.39	8.05	8.66	1.90	75.57	40.69	37.27	26.31	289.66
1990	6.73	63.72	1,336.65	9.57	7.57	2.18	76.34	33.43	32.51	12.47	257.00
1991	6.87	65.35	1,291.71	9.89	9.79	1.91	73.24	35.34	35.76	17.23	190.31
1992	7.72	61.24	1,285.83	12.04	11.77	2.80	78.28	41.20	35.83	15.47	209.89
1993	6.84	54.16	1,290.99	11.29	11.85	2.09	77.99	37.59	33.60	11.41	226.69
1994	7.64	55.52	1,450.18	12.45	12.98	3.78	77.15	47.66	36.90	7.99	223.78
1995	12.11	52.55	1,342.85	13.37	13.97	3.59	90.90	48.35	36.96	12.15	243.17
1996	14.47	54.93	1,450.49	15.33	14.67	3.72	103.81	47.83	43.06	18.70	267.02
1997	13.66	56.08	1,621.39	15.98	13.59	3.89	102.22	54.26	43.48	17.02	358.11
1998	15.48	61.00	1,748.09	18.45	17.80	4.03	102.71	58.95	45.66	16.37	370.90
1999	14.92	61.57	1,720.68	18.63	15.01	3.75	119.86	54.48	61.81	27.25	296.43
2000	18.58	64.42	1,715.95	20.86	18.36	3.48	118.83	59.80	72.29	14.76	350.40
2001	19.28	64.81	1,677.52	22.42	21.92	3.08	104.58	63.79	78.16	9.12	367.31
2002	20.76	66.38	1,624.88	22.78	21.98	3.19	111.91	89.43	89.19	8.70	353.07
2003	23.21	67.47	1,494.91	23.64	17.23	2.13	101.67	87.60	124.65	8.13	345.47
2004	30.42	72.31	1,523.96	23.32	19.26	2.33	111.21	82.41	131.45	15.27	333.87
2005	32.28	103.53	1,585.82	23.85	17.36	2.81	137.81	75.39	154.26	13.89	408.01
2006	28.89	85.67	1,473.27	37.61	27.89	2.22	120.89	87.85	191.96	22.73	433.06
2007	44.27	85.67	1,520.71	36.23	26.23	1.00	122.97	79.67	195.68	14.42	487.76
2008	43.30	85.67	1,434.80	34.47	23.09	1.45	121.76	116.48	195.68	24.74	487.76

A.10 Regresiones no paramétricas

Gráfico N° A.3
Regresiones no paramétricas entre degradación ambiental y crecimiento económico
EC vs. PIBp²
(1970 – 2008)



Fuente: OLADE – SIEE, 2010.
Elaborado por: Suárez, 2010.

A.11 Test de estacionariedad de Bartlett y Ljung Box

Gráfico N° A.4
Análisis de las series de tiempo
Test de estacionariedad: Barlett y Ljung Box
(1970-2008)

Var.	PIBp		CO		CO2		HC		Nox		PAR		SO2	
Pais	Test de Estacionariedad de la Serie de Tiempo													
Estadigrafo	B	Q	B	Q	B	Q	B	Q	B	Q	B	Q	B	Q
ARG	2.90	101.44	3.09	69.19	2.68	126.28	1.89	39.58	3.01	165.58	2.80	42.89	3.17	108.14
BAR	2.84	87.77	3.17	173.50	3.07	171.87	2.24	40.27	3.10	180.89	3.03	165.00	3.15	163.57
BOL	3.09	125.52	2.17	49.39	2.62	109.99	2.39	53.27	2.38	80.81	3.55	178.93	2.29	57.74
BRA	2.48	121.10	2.76	173.03	2.79	158.42	2.86	146.28	2.86	171.65	2.72	84.49	2.53	64.48
CHL	3.44	201.52	3.63	215.88	3.06	182.61	3.61	206.81	3.09	185.03	2.72	87.12	2.63	88.82
COL	3.14	151.89	3.49	150.74	3.05	190.99	2.33	67.86	2.91	185.64	3.62	216.83	3.34	124.42
CR	3.13	140.81	3.23	197.83	2.87	165.32	2.89	141.18	2.93	177.80	1.78	36.65	2.37	104.27
ECU	2.17	60.80	2.45	88.55	2.73	113.80	0.90	20.87	2.72	106.66	2.34	73.94	2.65	96.42
EL SAL	3.33	156.64	3.18	188.66	3.07	188.11	2.96	98.82	3.23	201.34	3.20	164.01	2.91	165.35
GUA	3.13	128.68	3.17	177.63	3.18	160.93	2.65	102.13	3.13	173.09	2.85	95.80	3.11	134.89
GUY	3.03	152.00	2.82	139.04	3.06	153.96	1.77	47.29	2.81	98.40	3.32	159.13	3.07	147.51
HAI	2.61	113.39	2.85	93.20	2.77	109.61	2.53	70.01	2.67	110.05	3.24	121.30	2.02	32.25
HON	3.01	106.47	3.06	180.55	3.05	148.59	3.25	141.79	3.27	152.23	2.85	128.20	2.69	105.28
JAM	3.48	165.39	3.49	207.29	3.37	160.02	3.54	178.66	3.73	215.60	3.50	151.91	2.87	76.99
MEX	3.08	137.04	2.68	140.94	2.93	169.12	1.49	16.51	2.66	125.03	3.08	143.84	3.36	177.02
NIC	3.37	134.83	2.58	124.16	2.56	95.24	2.90	121.78	2.58	111.49	2.33	46.03	2.58	101.41
PAN	2.68	136.80	3.05	166.35	2.73	124.35	2.57	118.96	2.85	146.06	2.12	43.09	2.50	127.16
PAR	2.75	103.26	3.10	168.68	3.17	192.96	2.46	117.63	3.17	194.28	3.04	130.70	2.62	62.54
PER	2.55	116.03	1.47	18.35	2.43	114.29	2.29	118.06	2.31	97.56	3.22	78.28	2.89	120.51
RD	3.13	160.64	3.07	127.09	2.95	161.36	1.89	37.90	3.16	186.66	3.18	198.58	2.42	98.19
TYT	2.81	95.74	2.64	88.41	2.88	122.52	2.73	99.76	2.80	99.41	2.75	78.71	2.83	88.74
URU	3.04	143.34	3.33	85.63	2.42	57.86	3.01	55.62	2.57	91.27	3.13	106.10	2.69	65.20
VEN	3.22	129.69	2.68	117.70	2.83	127.26	2.03	22.01	2.81	110.41	3.06	109.82	2.59	79.27

Estadigrafos:
B: Estadigrafo B de Bartlett
Q: Estadigrafo Q de Ljung de Box

	Estacionaria, no presenta raiz unitaria al 99% de nivel de significancia
	Estacionaria, no presenta al 95% de nivel de significancia
	Estacionaria, no presenta al 90% de nivel de significancia
	No es estacionario

Fuente: OLADE – SIEE, 2010.

Elaborado por: Suárez, 2010.