

LA CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS Y LA ECONOMÍA PANAMEÑA (1990 – 2019)
The Environmental Kuznets Curve and The Panamanian Economy (1990 - 2019)

Juan Antonio Jované De Puy

Universidad de Panamá, Facultad de Economía, Panamá.

juan.jovane@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0003-4140-3116>

Fecha de recepción: 4/10/2024

Fecha de aceptación: 12/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.48204/2710-7744.6738>

Resumen

La investigación está dedicada a estudiar si para el período 1990–2019 se puede comprobar o no la presencia del llamado fenómeno de la conocida Curva Ambiental de Kuznets en Panamá. Para este fin se analizan las diversas posiciones teóricas que existen frente a la misma. En el análisis concreto, partiendo de la hipótesis de que no existen evidencias robustas para aceptar su presencia en nuestro país, se realiza un análisis econométrico que permite señalar que nuestra hipótesis no puede ser falseada.

Palabras claves: crecimiento, ambiente, calidad ambiental, Curva Ambiental de Kuznets, desacoplamiento.

Summary

The investigation is dedicated to studying whether or not the presence of the so-called phenomenon of the well-known Environmental Kuznets Curve can be verified for the period 1990 – 2019 in Panamá. For this purpose, the various theoretical positions that exist regarding it are analyzed. In the specific analysis, starting from the hypothesis that there is no robust evidence to accept its presence in our country, an econometric analysis is carried out that allows us to point out that our hypothesis cannot be falsified.

Keywords: growth, environment, environmental quality, Environmental Kuznets Curve, disengagement.

I. Introducción

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la posible existencia de la llamada Curva Ambiental de Kuznets (CAK) en nuestro país, utilizando datos de 1990 al 2019. Luego de la presente introducción, se realiza un planteamiento general del problema, para luego pasar a un análisis teórico de la CAK, tomando en cuenta las posiciones favorables y críticas frente a la misma.

A continuación del análisis teórico, se establece la metodología y la hipótesis que se adopta frente a la CAK en Panamá, según la cual no existe una evidencia robusta para aceptar la existencia de un fenómeno de este tipo en Panamá. A continuación, se realiza el trabajo econométrico para someter a prueba nuestra hipótesis, concluyendo que la misma se sostiene en base a la evidencia empírica.

Dado el hecho de que la CAK trabaja con la emisión por persona, en el apartado dedicado a la discusión de los resultados, no solo se establece la limitación que este hecho significa. Además, utilizando el conocido modelo contable IPAT (impacto = población * afluencia * tecnología), se demuestra la validez de la hipótesis de que en el período bajo análisis no se observó un desacoplamiento absoluto del crecimiento del PIB y la emisión de CO₂. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del trabajo.

II. Planteamiento del problema

El interés de nuestro país en los problemas de cambio climático es fundamental, dados los peligros que los mismos significan desde el punto de vista ambiental, social y económico. De hecho, los efectos del cambio climático ya están afectando a nuestra economía, tanto en lo referente a la producción agropecuaria (CEPAL; 2010), así como en la actividad de tránsito por el Canal de Panamá.

Siendo Panamá un país considerado por el Banco Mundial uno de altos ingresos,

es evidente que el mismo tendrá que jugar un papel en el proceso de descarbonización, el cual, claro está, sería proporcional al tamaño de su economía y población.

La importancia del fenómeno amerita su estudio, a fin de establecer con claridad las causas de este, vincularlo con el papel de la economía en su generación. De hecho, pese a que Panamá se presenta como un país carbono negativo, también es cierto que la emisión anual de CO₂ a la atmósfera se elevó en 386.4% en el período bajo análisis.

Una de las posiciones de cómo enfrentar el problema se expresa en la hipótesis de la llamada CAK, la cual afirma que a partir de cierto nivel del producto per cápita, su crecimiento genera cambios, que se mueven en la dirección de mejorar la calidad ambiental. El presente trabajo busca, en primer lugar, establecer si esta hipótesis se encuentra presente. Esto sería útil con el fin de decidir sobre las políticas ambientales a seguir. También es de interés, dado que la CAK trabaja con emisiones por persona, utilizar el método IPAT para establecer si se ha dado o no un desacoplamiento absoluto o relativo con respecto a la emisión de CO₂.

III. Aspectos teóricos de la CAK

Pese a que no se trata de una hipótesis desarrollada por Simon Kuznets, la Curva Ambiental de Kuznets toma el nombre de este autor debido a su similitud en las formas con el planteamiento original del mismo referido a la relación entre la desigualdad y el nivel de desarrollo de la economía. En efecto, la CAK es una hipótesis sobre la relación entre la calidad ambiental y el nivel de desarrollo medido por el producto per cápita y la calidad ambiental, medida por la emisión o contracción en la atmósfera de algún contaminante.

Concretamente, la hipótesis de la CAK afirma que, en las primeras etapas del desarrollo, cuando el producto por persona es bajo, el nivel de emisión de los

contaminantes será elevado; sin embargo, cuando el crecimiento llega a generar un determinado nivel de producto por persona, se generará el nivel máximo de emisión, a partir de donde el mismo empezará a declinar. Los niveles de emisión son, entonces, un fenómeno que toma la forma de una U invertida (Figuroa y Paste, 2012; Stern, 2014).

La CAK apareció originalmente como una hipótesis puramente empírica, tal como lo han destacado Stern (2014) y previamente Arrow y sus coautores (1995). En efecto, fueron Grossman y Krueger (1991), quienes, en un estudio referido al NAFTA, introdujeron y trataron de demostrar de manera empírica la idea de que el crecimiento económico resultaba ser consistente con el concepto de desarrollo sostenido. Con la metodología de los datos de panel estudiaron la relación entre contaminación y producto por persona, concluyendo que la misma tomaba la forma de una U invertida.

Un poco más adelante en el World Development Report 1992 del Banco Mundial, no solo se aceptaba la idea de Grossman y Krueger, sino que se buscaba desarrollar la idea de que el crecimiento económico es plenamente compatible con el desarrollo sostenible. En el mismo se afirmaba que: “la visión de que la actividad económica inevitablemente daña al ambiente está basada en supuestos estáticos sobre la tecnología, los gustos y las inversiones ambientales” (p. 36, traducción libre nuestra, J. J.). En forma específica se afirmaba que los cambios en la estructura de los bienes y servicios producidos, la eficiencia en el uso de los, la sustitución de recursos, así como las tecnologías limpias y las prácticas gerenciales, podrían sobrepasar los efectos que sobre la calidad del ambiente tendría la expansión de la escala de la economía.

La visión contenida en el informe bajo análisis se sostenía en que el crecimiento mismo abriría la posibilidad de una mejora de la calidad ambiental, siempre y cuando los precios reflejaran adecuadamente la escasez. La siguiente cita aclara la posición del

Banco Mundial:

“A medida que los ingresos se elevan, la demanda por mejoras en la calidad ambiental se elevará, como se elevarán los recursos disponibles para la inversión. Sin incentivos para el uso económico de los recursos escasos, la presión para reducir los daños ambientales será débil, y los efectos adversos del crecimiento económico probablemente dominarán. Pero donde la escasez de los recursos naturales es reflejada adecuadamente en la decisión sobre su uso, las fuerzas positivas de la sustitución, las ganancias de la eficiencia, la innovación y el cambio estructural serán poderosas” (p. 39).

Ya antes en el informe se había asegurado de que: “Las políticas económicas, las políticas ambientales, todas tienen un papel en asegurar que el comportamiento individual tome en cuenta el verdadero valor de los recursos ambientales”.

En términos teóricos, se podría esperar que la CAK se sostuviera ya sea por medio de un cambio en las preferencias de los consumidores o por una política económica-ecológica que lleve a un uso sostenible de los recursos y sumideros de la naturaleza. También, lógicamente, podría provenir del desarrollo autónomo de la tecnología.

Se puede empezar con la crítica de este último aspecto. El problema en este caso estaría en suponer que la tecnología tiene, a medida que se eleva el producto por persona, un desarrollo autónomo neutral y que su aplicación también es neutral. Como lo señalan Martínez Alier y Roca (2018), “no parece haber argumentos convincentes que permitan generalizaciones de este tipo” (p. 448). Tal como señalan estos autores: “En realidad, los países más ricos no sólo son muchas veces pioneros en la introducción de las innovaciones que permiten reducir las presiones ambientales, sino también las que generan los mayores riesgos ambientales (piense en la introducción de multitud de nuevas sustancias químicas o en la historia de la energía nuclear)” (pp. 488 y 499).

Desde un punto de vista que, a nuestro juicio, resulta más profundo, en la medida en que introduce el comportamiento de los agentes económicos, se encuentra el

pensamiento de John Bellamy Foster y sus coautores (2010). Estos autores introducen la idea de la paradoja de Jevons y la idea del desplazamiento de los problemas ambientales.

La llamada paradoja de Jevons propone que, a medida que el progreso técnico o las políticas de Estado llevan a un incremento de la eficiencia en que se utiliza algún factor de producción natural, reduciendo su uso por unidad de producto, el resultado es que, a causa de la caída de precio de dicho factor debido a este hecho, se genera un incremento en su demanda, que lleva a que el uso total del mismo se incremente en lugar de reducirse.

Lo que hacen Foster y sus coautores es explicar que este fenómeno se explica por la propia naturaleza del modelo de economía en que vivimos, en la cual el objetivo básico es la búsqueda de ganancias y su acumulación como nuevo capital. En sus palabras: “Un sistema económico dedicado a las ganancias, la acumulación sin fin tenderá a usar la eficiencia o la reducción de costos para expandir la escala total de la producción” (p. 179, traducción libre nuestra). Es así como concluyen que: “vista en el contexto de una sociedad capitalista, la Paradoja de Jevons demuestra por tanto la falacia de las nociones corrientes de que los problemas ambientales se pueden resolver totalmente por medios tecnológicos” (p. 180, traducción libre nuestra, J. J.).

La otra pieza conceptual de Foster y sus coautores que sirve de crítica está dada por la idea de lo que ellos llaman el desplazamiento. Este tiene dos formas. El primero de ellos se da en términos geográficos, en el sentido de que cuando el agotamiento de algún recurso natural se da en alguna localidad, entorpeciendo la reproducción ampliada del capital, el mismo busca nuevas localidades donde explotar recursos hasta su agotamiento, expandiendo así la problemática ambiental.

La segunda forma se refiere al llamado desplazamiento tecnológico que busca solucionar una crisis ambiental. Este implica opera por medio de “un cambio en el tipo de producción”, el cual “genera una crisis diferente”; es así, por ejemplo, que “el cambio del uso de la madera por el plástico en la manufactura de muchos bienes de consumo reemplaza los problemas de la extracción de madera con aquellos asociados con la producción y disposición del plástico” (p. 74. Traducción libre nuestra). Vale la pena señalar que en esto existe una crítica implícita a la CAK, la cual solo estudia un contaminante a la vez.

La segunda posibilidad de argumentar teóricamente la CAK estaría dada por los cambios que en los gustos se generan cuando se eleva el nivel de desarrollo, siempre medido por el ingreso per cápita. Se trata de una argumentación basada en la teoría neoclásica del consumidor.

La misma se encuentra claramente expresada en el caso de Figueroa y Pasten (2012). Estos autores, que intentan desarrollar un modelo estático con un agente representativo que busca maximizar su nivel de satisfacción, proponen la siguiente hipótesis:

“Ciertamente, en las etapas tempranas de desarrollo, las personas están dotadas con una cantidad suficientemente grande de ambiente limpio mientras que al mismo tiempo probablemente tienen niveles de consumo que no llenan el estándar mínimo requerido. Por tanto, en tales circunstancias, estos estarán dispuestos a intercambiar algo de ambiente que les permita llenar la brecha entre su consumo y el estándar mínimo de consumo requerido... Sin embargo, a estadios más avanzados de desarrollo, la situación se invierte debido a que las personas están acercándose a un mejor y aceptable estándar de consumo, y la calidad ambiental y otros bienes no valuados por el mercado se han deteriorado como resultado de la expansión económica. En este punto, las personas están dispuestas a sacrificar algo de incremento en el consumo a cambio de niveles más altos de calidad ambiental...” (p.5, traducción libre nuestra J. J.)

Esta posición, que según los autores se daría si la elasticidad ingreso y la elasticidad

de sustitución entre el consumo y la calidad ambiental son negativas, puede ser criticada desde varios aspectos.

En primer lugar, se trata de una aseveración que se sostiene, como toda la literatura neoclásica, en supuestos poco realistas. La idea de un agente económico representativo elimina la importancia que pueden tener todas las diferencias existentes en la estructura social, incluyendo las que tienen que ver con la distribución del ingreso. Así mismo, por tratarse de un modelo estático, no se puede tomar en cuenta, por ejemplo, la posible retroalimentación dinámica negativa del deterioro ambiental sobre el nivel de producción.

El modelo neoclásico, además de utilizar una función de producción en que el capital (tanto industrial como humano) se toma implícitamente como sustituto, cuando en realidad son complementarios, se asume un progreso tecnológico autónomo, lo que borra la realidad de que el mismo está guiado por el interés de las ganancias y la acumulación, lo que es muy alejado de la realidad actual, tal como lo han argumentado Delgado Weis y Croa Neil (2021).

La idea de un agente maximizador también es criticable a la luz del desarrollo de la economía del comportamiento (Thaler, 2016). Este supuesto, junto a la errónea idea de trabajar en un contexto de competencia perfecta, lleva a la extraña idea de que “los niveles de contaminación son óptimos y determinados por un sistema de precios eficiente” (Figueroa y Pasten, p. 6).

En relación con la misma hipótesis, generalmente no resulta cierto que las personas con bajos ingresos tengan acceso a una cantidad más que satisfactoria de servicios ambientales. Además, no pocas son las veces en que los sectores más vulnerables, que son afectados por los impactos ambientales, son los que ponen en marcha una lucha de resistencia frente a las inversiones y situaciones que los afectan, tal como lo ha destacado

Martínez Alier (2002).

La tercera viabilidad de argumentar la existencia efectiva de la CAK está dada por la posibilidad de que, a determinado nivel de producto por persona, sea la política estatal la que introduzca los elementos que llevan a la reducción de la emisión por persona. Esta parece ser una posición básica del Banco Mundial al afirmar que “cuando la sociedad ha decidido hacer cumplir un cambio en el comportamiento –por medio de regulaciones, cargas u otros medios– la calidad ambiental ha mejorado” (World Bank, 1992, p. 41).

Claro está que el Banco Mundial no establece cuáles fuerzas sociales pueden llevar al Estado a moverse en la dirección correcta. Esto llevaría a descubrir, entre otras cosas, que los sectores económicamente dominantes que se benefician de la contaminación, los cuales generalmente tienen gran influencia en las decisiones gubernamentales, son reacios a ir más allá de lo que se conoce como el conveniente “greenwashing”. Es así como Magdoff y Williams (2017) han llamado la atención sobre las causas de la resistencia de las grandes empresas petroleras frente a la llamada transición emergente. Más recientemente, Brancaccio (2021), en un breve artículo, ha llamado la atención sobre la creciente resistencia real de los sectores económicamente dominantes hacia una rápida transición energética, dada la rigidez que consideran que tendría este objetivo.

Más allá de la posibilidad empírica de que la CAK pueda ajustarse a los datos de un determinado período en un determinado país, lo cierto es que la misma no es capaz de explicar el problema del total de emisiones de CO₂.

Esto lleva a un análisis en que la emisión total es igual a la multiplicación de tres variables: población, PIB por persona y tecnología (emisión por unidad de PIB). Se multiplica el PIB por persona, obteniendo el PIB total; entonces, la emisión total sería igual al PIB multiplicado por la emisión por unidad de PIB (Jackson, 2011). Esta forma de

abordar el problema permite establecer si en un período de tiempo en un país se dio un desacoplamiento absoluto de carbón, es decir, una reducción del total de emisiones anuales, o si solo se dio un desacoplamiento relativo, es decir, una reducción en la emisión por unidad de CO₂ por unidad de POB, junto a un incremento en la emisión total (ausencia de desacoplamiento absoluto). Esta metodología, que es básicamente contable y, por lo tanto, no econométrica, se conoce como la metodología IPAT (Stern, 2014).

IV. Hipótesis y metodología para el caso de la CAK

- **La hipótesis nula**

Teniendo en cuenta lo anterior, sigue siendo cierto que hace falta de todas maneras realizar un análisis empírico sobre la presencia o no de una relación de tipo CAK para el caso de Panamá, durante el período bajo análisis. Nuestra hipótesis nula es que la CAK no se ajusta de manera robusta a la situación de Panamá durante el período 1990–2019.

Es conveniente destacar que se escogió ese período dado que en el mismo existen datos de las emisiones de CO₂. Además, dentro del período de la pandemia y la posterior recuperación, las relaciones entre la tasa porcentual de variación del PIB per cápita y las emisiones per cápita de CO₂ estuvieron, obviamente, distorsionadas.

- Las variables operativas utilizadas son las siguientes:

PIB per cápita real calculado con los datos del PIB y la población del Banco Mundial (PIBPC). La emisión per cápita (en Tm) de CO₂ calculada con los datos de la emisión y población del Banco Mundial (EMITPC).

- Especificación de la función de la CAK:

A fin de someter a prueba nuestra hipótesis, se realizaron diversas

especificaciones concretas de la CAK, con la finalidad de establecer si existe una relación robusta entre las variables que hacen parte de dicha curva. En concreto se analizaron tres especificaciones:

$$\text{EMITPC} = \alpha + \beta_1 \text{IBPC} + \beta_2 \text{PIBPC}^2 + u_t$$

$$\ln \text{EMITPC} = \alpha + \beta_1 \ln \text{IBPC} + \beta_2 \ln \text{PIBPC}^2 + u_t$$

$$\text{TMITPC} = \alpha + \text{TIBPC} + \beta_2 \text{TPIBPC}^2 + u_t$$

En todas las especificaciones u_t = perturbación aleatoria, mientras que la letra T presidiendo una variable significa su tasa de crecimiento. Obviamente, esperaríamos que en el caso de la CAK que el parámetro β_2 tenga signo negativo.

V. Metodología de análisis.

Se realizó para todas las especificaciones, una regresión por el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), con lo que se obtienen los parámetros del modelo econométrico. Luego los mismos se someten a las tradicionales pruebas de hipótesis y se sacan conclusiones. Además, para establecer si se trata o no de una correlación espuria, se hace una prueba de cointegración (prueba de Engel – Granger Ampliada), con el fin de establecer si se trata o no de una regresión espuria.

Todo el análisis econométrico se realiza utilizando del programa Shazan Econometric Software Versión 9.

- **Análisis en el Caso de la CAK:**

En el caso de la primera especificación ($\text{EMITPC} = \alpha + \beta_1 \text{IBPC} + \beta_2 \text{PIBPC}^2 + u_t$), los resultados de aplicar los MCO son los siguientes (el valor de las t calculadas está entre paréntesis):

Número de observaciones = 30

$R^2 = 0.8203$ $R^2_{\text{ajustado}} = 0.8070$

$$\text{EMITPC} = 754.89 + 0.1554\text{PIBPC} - 0.37061\text{PIBPC}^2$$

$$(5.268) \quad (10.81) \quad (-10.80)$$

Estadístico Durbin Watson = 0.9989

- De lo anterior se desprende lo siguiente:
 - a) El parámetro de la variable PIBPC es positivo, mientras que el de la variable PIBPC² es negativo, lo que en principio corresponde a la formulación de CAK.
 - b) El coeficiente de determinación tradicional, así como el ajustado muestran un nivel bastante elevado.
 - c) La t calculada para la constante, PIBPC y PIBPC², permite que para cada una de ellas se pueda rechazar la hipótesis de que los parámetros asociados sea iguales a cero, a un nivel de significación del 5.0%.
 - d) Sin embargo, el valor calculado de Estadístico Durbin – Watson lleva a rechazar la hipótesis nula de que no existe autocorrelación serial de primer orden de los errores (perturbaciones aleatorias), a un nivel de significación de 5.0%. Existe, entonces, autocorrelación de primer orden de los errores.

La presencia de autocorrelación llama la atención sobre la posibilidad de que el R² se encuentre sobreestimado y que las pruebas t se encuentren erradas (gujarati y Porter, pp. 423 y 424).

Dada esta situación se realizó una prueba de cointegración de Engle y Granger aumentada (gujarati y Porter, p, 763). De acuerdo con esta, como es conocido, se realiza la regresión original, para luego realizar una regresión de la siguiente forma $\hat{u}_t = \gamma u_{t-q}$ (u son los errores). De ahí se encuentra el valor de la t calculada para el parámetro y se compara con el valor crítico con el fin de establecer si existe o no una regresión

original que es espuria. La regresión original se realiza con constante y sin tendencia y también con constante y tendencia. El resultado, trabajando con un nivel de significación del 5.0% fue el siguiente:

- e) En el caso de la especificación con constante y sin tendencia la t calculada es -3.4609. la que resulta inferior en términos absolutos al valor crítico que es -3.74.
- f) En el caso de la especificación con constante y tendencia la t calculada es -3.8069, la cual resulta inferior en términos absolutos al valor crítico que es -4.12.
- g) De esto se desprende que las variables de la especificación que estudiamos en este apartado no están con integradas, por lo que estaríamos ante una regresión espuria. Se debe concluir, entonces, que en la primera especificación la presencia de la CAK no se puede comprobar.

Sobre la segunda especificación ($\ln \text{EMITPC} = \alpha + \beta_1 \ln \text{PIBPC} + \beta_2 \ln \text{PIBPC}^2 + u_t$)

El resultado de la regresión por MCO es el siguiente:

- Número de observaciones = 30

$R^2 = 0.9228$ $R^2_{\text{ajustado}} = 0.946$

$$\ln \text{EMITPC} = -73.210 + 16.897 \ln \text{PIBPC} - 0.87919 \ln \text{PIBPC}^2$$

(-5.521) (5.856) (-5.607)

Estadístico Durbin – Watson = 1.8251

(el valor de las t calculadas se muestra entre paréntesis)

- a) El resultado en principio es el siguiente:
- h) Se observa que el signo del parámetro β_2 es negativo, tal como se espera en la teoría de la CAK.
- i) El coeficiente de determinación en su forma corriente y ajustada resulta elevado, lo que, en principio parece justificar la presencia de la CAK.

- j) El valor de las t calculadas permite rechazar la hipótesis, a un nivel de significación del 5.0% las siguientes hipótesis: que el parámetro α es igual a cero; Que el parámetro β_1 es igual a cero. Que el parámetro β_2 es igual a cero.
- k) El valor calculado del estadístico Durbin – Watson permite aceptar la hipótesis nula de que no existe autocorrelación de primer orden en las perturbaciones (errores) aleatorios, a un nivel de significación del 5.0%.

Esto lleva a la necesidad de realizar una prueba de Engle – Granger Ampliada (EGA) de cointegración. Al realizar esta prueba, con un nivel de significación del 5.0% de significación se encontraron los siguientes resultados:

- a) Con constante y sin tendencia: el valor de la t calculada es – 4.9100, superior en términos absolutos al valor crítico es de -3.74.
- b) Con constante y tendencia: el valor calculado de la t es -4.9038 superior en términos absolutos al valor crítico que es de -4.12.

Entonces se puede aceptar la hipótesis nula de que existe cointegración y que la relación no es espuria. En esta especificación, en conclusión, no se puede rechazar la hipótesis de la existencia de la CAK.

Sobre la tercera especificación ($TMITPC = \alpha + TPIBPC + \beta_2 TPIBPC^2 + ut$)

El resultado de la regresión es el siguiente:

Número de observaciones = 30

R2 = 0.0475

$TEMITPC = 4.038 + 0.10328TPIBPC - 0.0000037823PIBPC^2$

(1.992) (1.010) (-1.012)

- Estadístico Durbin – Watson = 2.2513

Estos resultados ameritan las siguientes observaciones:

- a) El valor de coeficiente de determinación es sumamente bajo.
- b) Si bien el parámetro asociado a PIBPC2 tiene signo negativo, tal como se espera para la CAK, lo cierto es que su valor es muy pequeño. Además, la t calculada permite aceptar la hipótesis de que este parámetro es igual a cero con un nivel de significación de 5.0%.
- c) En el caso del parámetro TPIBPC también se puede aceptar la hipótesis de que este parámetro es igual a cero con un nivel de significación de 5.0%.
- d) El valor calculado del estadístico Durbin – Watson permite aceptar la hipótesis que no existe autocorrelación de primer orden de los errores.

Teniendo en cuenta todo esto, es posible establecer que en esta especificación no se puede demostrar la existencia de la CAK. La misma pareciera establecer que existe una tasa constante de crecimiento porcentual de las emisiones de CO2 para el período bajo análisis. Debido a que los análisis anteriores se realizaron en base a la emisión de CO2 generada en el país, se debe señalar que sería conveniente efectuar un análisis teniendo en cuenta cómo se comporta la CAK cuando se utilizan datos que tienen que ver con el uso, es decir se toma en cuenta que parte de CO2 generado en país realmente tiene que ver con las exportaciones, mientras que otra parte tiene que ver con las importaciones. Las primeras no son realmente responsabilidad local, mientras que las segundas si lo son.

Las estadísticas para Panamá generadas por Ecológico Footprint, permiten calcular cuantas hectáreas por persona son necesarias para absorber el CO2 corresponden al Panamá (período 1990 – 2018), tomando en cuenta lo anterior. Se trata de la variable EFECAP, que aparece en la Tabla 2.

Sobre esta base, teniendo en cuenta el resultado de la anterior regresión con

logaritmos naturales, la siguiente regresión (los valores de las t calculadas están entre paréntesis)

Numero de observaciones: 29

R2 = 0.5395 R2 ajustado = 0.5040

$\text{LnEFECAP} = -104.72 + 22.452\text{LnPIBPC} - 1.2012\text{LNPIBP2}$

(- 3.541) (3.484) (- 3.425)

Estadístico Durbin – Watson = 0.9066

- e) Lo anterior implica que:
- f) El valor del coeficiente de determinación es relativamente modesto.
- g) El valor de las t correspondientes a cada uno de los parámetros permite rechazar la hipótesis nula de que los mismos son iguales a cero.
- h) El valor del coeficiente correspondiente a LnPIBPC es positivo y el de PIBPC2 es negativo, tal como lo determina la teoría de la CAK.
- i) Sin embargo, el valor del Estadístico Durbin Watson lleva a rechazar la hipótesis nula de que no existe autocorrelación de primer grado entre las perturbaciones aleatorias.

Esto, como en otros casos, lleva a realizar una prueba de cointegración de Engle y Granger aumentada, con los siguientes resultados:

- a) En el caso de la especificación con constante y sin tendencia la t calculada es -2.5362. la que resulta inferior en términos absolutos al valor crítico que es -3.74.
- b) En el caso de la especificación con constante y tendencia la t calculada es -2.5155, la cual resulta inferior en términos absolutos al valor crítico que es -4.12.

En conclusión, estamos frente a una regresión espúrea y se tendría que aceptar la hipótesis de que no estamos frente a una CAK.

VI. Discusión de los resultados

Del análisis econométrico realizado se puede concluir que la posibilidad de demostrar la presencia robusta de una CAK para el período bajo análisis no resulta factible. La misma, tiene distinta situación dependiendo de la especificación concreta de la misma. En ese sentido la relación que pretende la CAK no parece ser robusta. Por eso se puede señalar que resulta prudente aceptar nuestra hipótesis nula de acuerdo con la que: es que la CAK no se ajusta robustamente a la situación de Panamá durante el período 1990 – 2019.

Dado lo anterior, se puede señalar que en el caso de Panamá no es posible pensar que los problemas de la emisión de CO₂ se resuelve de manera prácticamente automática con el crecimiento del PIB per cápita. Esto lleva a plantearse la necesidad e avanzar utilizando una metodología que pueda estudiar los determinantes de la emisión total y no solo la per cápita. Este es el caso de la conocida metodología IPAT (Jackson, 2011), que permite distinguir el efecto de la variación de las emisiones por unidad de producto y el que corresponde al crecimiento de la producción (PIB).

En este enfoque se parte de la idea de que el impacto (en nuestro caso la emisión total de CO₂ es igual a la multiplicación del tamaño de la población multiplicado por la afluencia per cápita (medida por el PIB por persona) multiplicado por la tecnología (la emisión de CO₂ por unidad de PIB). Dado que la multiplicación de la población por el PIB per cápita es igual al PIB total, la ecuación del impacto se reduce a la siguiente formulación:

$$\text{Emisión total de CO}_2 = \text{PIB} * \text{Emisión por unidad de PIB}$$

Esta ecuación contable permite establecer lo siguiente:

- El papel que en la dinámica de las emisiones totales han jugado la expansión del PIB y las mejoras que se han dado en la eficiencia de uso de la energía, que se reflejan en una reducción de la emisión por unidad de PIB.
- La tabla 3 construida con los datos básicos a los que se les añadieron los correspondientes a la población, muestran los insumos necesarios para el uso de la ecuación propuesta para la emisión total.
- Si se analiza el período completo, comparando el 2019 con 1990, resulta claro que no ha existido nada parecido a un desacoplamiento absoluto del crecimiento y la emisión de CO₂, ya que durante el período bajo estudio la emisión total de CO₂ se incrementó en 386.5%. El factor determinante en esto fue la expansión de PIB, en cual creció en 405.2%, mientras que las ganancias en eficiencia se reflejan una baja de sólo el 3.7% en términos de la emisión por unidad de PIB.

Si la comparación se hace entre el 2018 y 1990, ya que el 2019 muestra un incremento inusual de la emisión total de CO₂, se sigue manteniendo la idea de que no se observa un desacoplamiento absoluto, ya que la emisión total de ese gas invernadero se incrementó en 268.3%. Sin embargo, la baja en la emisión por unidad del PIB muestra una caída de 24.7%, mostrando un mayor desacoplamiento relativa. El factor básico del incremento de emisión total sigue siendo el crecimiento del PIB total (389.2%).

Se puede, entonces, aceptar la hipótesis de que en el período bajo estudio no se dio un desacoplamiento absoluto entre el crecimiento del PIB y la emisión de CO₂. En todo caso se logró un desacoplamiento relativo insuficiente.

Tabla 1.*Datos Básicos Para Análisis Tipo CAK Vía Emisión de CO2*

Año	PIBPC	PIBPC2	EMITPC	LNPIBPC	LNPIBPC2	LNEMITPC
1990	5615.113	31529496.5	1190.049	8.633217	74.532436	7.0817498
1991	6016.124	36193743.2	1352.13	8.702198	75.728257	7.2094363
1992	6376.170	40655537.5	1540.889	8.760323	76.743256	7.3401149
1993	6587.063	43389393.5	1575.852	8.792863	77.314436	7.3625516
1994	6637.632	44058154.7	1642.273	8.800511	77.448985	7.4038364
1995	6617.927	43796955.4	1736.211	8.797537	77.396665	7.4594606
1996	6749.895	45561077.2	1721.264	8.817282	77.744465	7.4508144
1997	7042.726	49599993.6	1775.459	8.859751	78.495181	7.4818145
1998	7409.931	54907083.6	2147.089	8.910576	79.398373	7.6718683
1999	7548.595	56981291.3	1844.107	8.929117	79.729126	7.5197504
2000	7602.174	57793046.9	1905.413	8.93619	79.855483	7.5524542
2001	7497.729	56215938.4	2198.792	8.922355	79.608427	7.6956636
2002	7517.593	56514211.8	1876.765	8.925001	79.655649	7.5373049
2003	7684.492	59051419.1	1880.244	8.94696	80.048086	7.5391568
2004	8105.334	65696434.5	1872.581	9.000278	81.004997	7.5350729
2005	8523.804	72655230	2330.665	9.050618	81.913686	7.7539089
2006	9088.926	82608577.7	2407.456	9.114812	83.079799	7.7863257
2007	9991.163	99823328.9	2361.336	9.209456	84.814084	7.7669828
2008	10775.95	116121008	2260.464	9.285072	86.212556	7.7233255
2009	10713.52	114779415	2645.937	9.279261	86.104691	7.8807807
2010	11136.79	124028142	2746.038	9.318010	86.825302	7.9179146
2011	12178.13	148306752	2933.448	9.407397	88.499112	7.9839339
2012	13133.30	172483684	3016.54	9.482907	89.925518	8.0118659
2013	13794.99	190301851	2904.598	9.532061	90.860188	7.9740504
2014	14243.31	202871810	2995.200	9.564042	91.470908	8.0047662
2015	14799.93	219037806	2902.949	9.602377	92.205653	7.9734824
2016	4064256	1.65E+13	2864.458	9.633376	92.801939	7.9601345
2017	15845.03	251064987	2679.305	9.670611	93.520721	7.8933127
2018	16156.07	261018737	2578.235	9.690051	93.897096	7.8548605
2019	16421.06	269651350	3350.987	9.70632	94.212652	8.1170102

Fuente: En base a datos del Banco Mundial y el INEC

Tabla 2.*Datos de la Variable EFECAP*

Año	Hectáreas Globales por Persona
1990	0.6453
1991	0.7380
1992	0.8600
1993	0.8943
1994	0.9905
1995	0.8927
1996	0.9132
1997	0.9842
1998	1.1109
1999	0.9906
2000	0.9065
2001	0.9424
2002	0.8777
2003	0.9229
2004	0.9138
2005	1.0088
2006	1.2596
2007	1.3495
2008	1.3687
2009	1.3577
2010	1.5182
2011	1.5239
2012	1.0554
2013	0.9670
2014	0.9635
2015	0.9445
2016	0.8471
2017	1.4471
2018	1.4372

Fuente: Calculado por el autor con datos de Ecological Footprint

Tabla 3.
Datos Para el Análisis IPT

AÑO	Emisión Total CO2	Emisión por Unidad de PIB	PIB
	TM	TM	real
1990	2,915,581,922.10	0.2119	13,756,847,718.60
1991	3,383,088,429.60	0.2248	15,052,605,970.40
1992	3,936,019,354.50	0.2417	16,287,172,594.00
1993	4,109,033,573.80	0.2392	17,175,759,106.60
1994	4,370,720,287.20	0.2474	17,665,293,457.50
1995	4,715,666,033.60	0.2623	17,974,732,650.40
1996	4,770,666,799.20	0.255	18,708,048,394.60
1997	5,020,985,244.10	0.2521	19,916,773,612.80
1998	6,194,731,897.10	0.2898	21,378,963,687.60
1999	5,427,427,909.50	0.2443	22,216,421,861.80
2000	5,719,538,274.80	0.2506	22,819,680,839.20
2001	6,730,556,284.70	0.2933	22,950,728,057.10
2002	5,857,364,996.40	0.2496	23,462,334,077.70
2003	5,982,199,411.20	0.2447	24,449,041,585.90
2004	6,073,362,097.50	0.231	26,288,117,969.60
2005	7,704,871,027.80	0.2734	28,178,569,982.40
2006	8,109,689,654.80	0.2649	30,616,711,059.70
2007	8,103,193,501.40	0.2363	34,285,813,241.50
2008	7,900,946,591.70	0.2098	37,664,904,657.60
2009	9,417,798,414.30	0.247	38,133,076,529.00
2010	9,950,591,263.60	0.2466	40,355,469,748.30
2011	10,820,534,475.10	0.2409	44,921,136,629.70
2012	11,326,693,095.40	0.2297	49,313,745,515.00
2013	11,100,085,610.50	0.2106	52,718,340,887.50
2014	11,647,711,343.40	0.2103	55,389,274,695.20
2015	11,487,256,354.00	0.1961	58,564,771,887.70
2016	11,533,270,774.10	0.1876	61,465,608,858.50
2017	10,974,601,580.30	0.1691	64,902,242,557.10
2018	10,739,007,749.80	0.1596	67,294,169,234.60
2019	14,183,160,021.50	0.2041	69,502,679,706.70
Tasa 2019/1990	386.5	-3.7	405.2
Tasa 2018/1990	268.3	-24.7	389.2

Fuente: Calculado por el autor con datos de Ecological Footprint

VII. Conclusiones

La elaboración contenida en el presente trabajo permite finalmente establecer algunas conclusiones:

- Existe un amplio debate teórico sobre la efectiva existencia de la CAK.
- En el caso de Panamá, utilizando los datos del periodo 1990 – 2019 se puede aceptar la hipótesis de que no existe evidencia robusta de la presencia de CAK en nuestro país.
- De lo anterior se desprende que la posible mejora de la calidad ambiental se genere automáticamente por el crecimiento del PIB per cápita, no resulta evidente para el período bajo análisis.
- Utilizando la llamada metodología IPAT se llegó a la conclusión de que para el período bajo análisis no se dio un desacoplamiento absoluto entre el crecimiento del PIB y la emisión de CO₂, solo se logró un desacoplamiento relativo insuficiente.

En estas circunstancias resulta importante desarrollar políticas públicas destinadas a lograr una rápida reducción de la emisión de CO₂, esto implica guiar los futuros análisis hacia la necesidad de una transición más acelerada hacia formas limpias y sostenibles de generación de energía, la cual debe ser justa y equitativa, ya que de por sí sola difícilmente alcance los objetivos fundamentales con la urgencia que representa el avance del calentamiento global.

VIII. Bibliografías

- Arrow, Keneth et al, 1995, Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment, Ecological Economics No 15, USA
- Brancaccio, Emiliano, 2021, ¿Por qué los Capitalistas Ya no Quieren Ser Ecológicos, Sin Permiso, <https://www.sinpermiso.info/textos/por-que-los-capitalistas-ya-no-quieren->

ser-ecologicos

- Delgado Wise, Raúl and Crossa Neil, Mateo, 2021, Capital, Science, Technology, Monthly Review, Volume 72, Number 2, New York,
- Figueroa B., Eugenio y Pasten C., Roberto, 2012, Income and the Pollution Path: Update and Extensions, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile, Departamento de Economía, Documento de Trabajo 369, Santiago de Chile.
- Foster, John Bellamy et al, 2010, The Ecological Rift, Monthly Review Press, New York.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B., 1991, Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, NBER Working Papers 3914, USA.
- Gujarati, Damodar N. y Porter, Dawn C., 2010, Econometría, McGraw – Hill, quinta edición, México.
- Jackson, Tim, 2011, Prosperity Without Growth, Earthscan, United Kingdom
- Stern, David, 2014, Environmental Kuznets Curve: A Premier, Crawford School of Public Policy, The Australian National University, CCEP Working Paper, Australia.
- Magdoff, Fred and Williams, Christ, 2017, Creating an Ecological Society, Monthly Review, Press, New York.
- Martínez Alier, 2002, The Environmentalism of the Poor, Edward Elgar, Great Britain.
- Martínez Allier, Joan y Roca Jusmet, Jordi, 2018, Economía Ecológica y Política Ambiental, Fondo de Cultura Económica, segunda reimpresión de la tercera edición, México D. F.
- Thaler, Richard H., 2018, Portarse Mal, Paidós, México D. F.
- World Bank, 1992, World Economic Report 1992. Development and the Environment, USA.