

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Administración y Economía**

**Evidencia de la Curva de Kuznets para el Ecuador**

**Proyecto de investigación**

**María Isabel Bonilla Montero**

**Economía**

Trabajo de titulación presentado como requisito

para la obtención del título de

Economista

Quito, 12 de diciembre de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMIA

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Evidencia de la Curva de Kuznets para el Ecuador**

**María Isabel Bonilla Montero**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Santiago Bucaram ,PhD. En  
Economía

Firma del profesor

---

Quito, 12 de diciembre de 2016

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: María Isabel Bonilla Montero

Código: 00108120

Cédula de Identidad: 1722072483

Lugar y fecha: Quito, diciembre de 2016

## RESUMEN

En los últimos años, el cuidado por el ambiente ha crecido paulatinamente, tanto en el aspecto personal como el empresarial. Es por esta razón por la cual se decidió hacer una investigación que muestre el nivel de contaminación para Ecuador. Dicha investigación presentaría información relevante al estado actual de contaminación en el Ecuador, así como indicadores que ayudarían al entendimiento de diferentes variables relacionadas entre sí como el PIB y la contaminación en el aire. La investigación realizada fue una comprobación de la Curva de Kuznets, la cual relaciona el crecimiento económico con el nivel de contaminación. Para esta investigación se tomaron como variables, las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, medidas en toneladas métricas y el producto interno bruto per cápita. Estas variables se relacionaron bajo el marco metodológico del Modelo de vectores de corrección de error, el cual evidenció la existencia de una curva para el Ecuador, pero solo se mostró en largo plazo. También se concluyó que el país se encuentra en la fase creciente de dicha curva, pero que está cerca de su punto de inflexión, en el cual la tendencia cambia.

Palabras clave: ambiente, contaminación, economía, Curva de Kuznets, punto de inflexión

## **ABSTRACT**

Recently, the environmental friendly culture has become some sort of fashion, taking over both people and businesses. It was this that inspired to carry out an investigation that shows the level of contamination in Ecuador. This research goal is to present information about the current state of pollution in the equator, as well as indicators that would help the understanding of different variable related between each other such as GDP and air pollution. This research pretends to proof the existence of an Environmental Kuznets Curve, which relates economic growth to the level of pollution. For the following investigation, the next variables were taken into account: emissions of Co2 per capita, measured in metric tons and gross domestic product per capita. These variables were related under the methodological framework of the Vector Error Correction Model, which evidenced the existence of this curve for Ecuador, but was only shown in the long term. It also concluded that the country is in the growing phase of that curve, but that it is close to its inflection point, in which the trend changes.

Key words: Environment, pollution, economy, Kuznets curve, inflection point

## Tabla de Contenido

Antecedentes:.....	6
Introducción:.....	10
Revisión de Literatura:.....	11
Metodología:.....	15
Resultados.....	17
Conclusiones.....	27
Referencias.....	27

## Índice de Tablas

Tabla 1: Estacionariedad Test Dickey Fuller .....	18
Tabla 2: Estacionariedad Test Phillips Perron .....	19
Tabla 3: Número de rezagos .....	21
Tabla 4: Resultados del test de Cointegración .....	22
Tabla 5: resultados del Modelo de Vectores de Corrección de Error .....	23
Tabla 6: Prueba de correlación.....	25
Tabla 7: Pruebas de Normalidad.....	26

## Índice de Figuras

Figura 1: Tendencia del PIB real per cápita.....	17
Figura 2: Tendencia de las emisiones de Co2 per cápita .....	17
Figura 3: In PIB en Primeras Diferencias .....	19
Figura 4: (In PIB) <sup>2</sup> en Primeras Diferencias .....	20
Figura 5: In Co2 en Primeras Diferencias.....	20
Figura 6: Curva de Kuznets para el Ecuador .....	26

## Antecedentes:

En el año 1955 el economista francés Simón Kuznets publicó un artículo por el nombre de “Economic Growth and Income Inequality” el cual sostiene la existencia de una relación entre las variables crecimiento económico y la distribución de ingresos (Medido en PIB per cápita y desigualdad respectivamente) (Kuznets, 1995). Por medio de sus investigaciones, Simon Kuznets llegó a la conclusión que la relación existente entre el PIB y la desigualdad, mantiene una forma de U invertida. Esta relación demuestra, que inicialmente un mayor crecimiento económico conlleva a un mayor nivel de desigualdad, hasta llegar a un punto en donde el ingreso per cápita origina un cambio en la pendiente de la curva en donde cualquier aumento del ingreso genera un menor nivel de desigualdad. A esta relación se la conoce como la Curva de Kuznets.

A medida que fueron pasando los años muchos investigadores optaron por buscar un nuevo enfoque a la hipótesis propuesta por Simón Kuznets, específicamente aplicado al campo ambiental. Hoy en día existen varios artículos enfocados en la Curva Ambiental de Kuznets la cual se basa en el mismo principio descrito anteriormente pero con diferentes variables, en este caso es la relación existente, en forma de “U” invertida, entre el crecimiento económico y la degradación ambiental de dicho país, en otras palabras relaciona el PIB per cápita con el nivel de contaminación en un país o zona de estudio.

Dentro de la teoría económico-ambiental se relaciona el PIB per cápita con diferentes tipos de contaminación. Estos pueden ser contaminantes en aire, agua y suelo. Se debe tener en cuenta que recientes investigaciones han mostrado que la relación de “U” invertida no se cumple en todos los tipos, es decir que la relación se presenta bajo ciertas circunstancias específicas como el tipo de contaminante y las características del mismo, ya que estos

depende de otras variables como topografía de la región y densidad poblacional, concentración de compuestos naturales, químicos, entre otras.

## **Introducción:**

En los últimos años el tema de la conservación y el cambio climático han sido de los más importantes en cuanto a investigación en diferentes áreas de conocimiento. Esto se debe en gran parte a que la conservación de lo natural y todo aquello amigable con el ambiente es un tema que se ha comportado como moda, afectando no solo a nuestro estilo de vida, sino a la dirección que ha tomado la economía actual. Al mismo tiempo, el deterioro ambiental en términos mundiales ha llegado a cifras alarmantes, impulsando a que varios científicos decidan investigar sobre la verdadera causa y las medidas que se puede tomar para que la contaminación y deterioro ambiental se reduzcan.

Debido al interés por el ambiente y por la preocupación de los niveles de contaminación y agravantes de la misma; en esta investigación se analizará la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) aplicada al Ecuador. En el corto plazo, un mayor crecimiento económico genera mayores niveles de contaminación, pero en el largo plazo la degradación ambiental empieza a disminuir, mientras que el crecimiento sigue. El objetivo de esta investigación es evidenciar en que parte de dicha curva se encuentra el Ecuador. Esto se realizará mediante un modelo econométrico de distribución auto regresivo en primeras diferencias. Esto servirá para poder entender la existencia de un comportamiento estacionario en las variables así como su comportamiento en el tiempo. Posteriormente el modelo permitirá establecer el punto de inflexión de la curva, punto en el cual la tendencia de a mayor ingreso mayor contaminación cambia a una de mayor ingreso menor degradación ambiental. El periodo analizado en esta investigación va desde el año 1960 hasta 2013.

La pregunta de investigación será “De qué manera influye el crecimiento del PIB per cápita del Ecuador en la degradación del medio ambiente, tomando como indicador las emisiones contaminantes, sustentado en el modelo CAK.

### **Revisión de Literatura:**

Existen varios análisis e investigaciones para la pregunta de si existe verdaderamente la curva de Kuznets. En primeramente debemos considerar que la contaminación puede ser evidenciada en distintos tipos de indicadores. Por ejemplo, podemos evidenciar la contaminación en la calidad del aire, dentro de la cual se puede tomar variables como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), etc. Indicadores de la calidad del agua como concentración de patógenos, de metales pesados, de partículas de oxígeno, etc. Indicadores de la calidad del suelo como, concentración de metales pesados, residuos de petróleo, etc. Y por último otros indicadores como residuos sólidos urbanos, saneamiento, acceso a agua potable, uso de energía y tráfico, etc. Se ha comprobado que los contaminantes en tierra no se ajustan a la tendencia propuesta por CAK, ya que estos solo se acumulan y no poseen un proceso de degradación, es decir que la contaminación en tierra solo crece.

Una de las más notable investigaciones sobre la curva ambiental de Kuznets fue el caso de Selden y Song (Thomas & Song, 1994). Tanto Mark Selden como su compañero, se enfocaron en la investigación de la existencia de la curva ambiental de Kuznets para los contaminantes del aire. Ellos citan varias investigaciones realizadas por Grossman y Krueger (Gene & Alan, 1991) para el uso de sus variables, para las cuales además incluyen otras nuevas tales como Óxido de Nitrógeno, etc.

A lo largo del artículo los escritores probaron la existencia de una relación en forma de “U” invertida entre las emisiones de los cuatro contaminantes estudiados y el crecimiento

económico (PIB per cápita) en los países que conforman la NAFTA (North America Free Trade Agreement). Al final de dicha investigación, ellos propusieron que la variable “contaminación del aire urbano” presenta el cambio de tendencia esperado para lograr la relación existente en la Curva Ambiental de Kuznets. Dicho comportamiento es causado por las siguientes razones: Las mejoras en la calidad urbana del aire puede ser conseguida con menores costos en comparación con la reducción de emisiones agregadas; Los aumentos en la renta causan que las industrias salgan de las áreas urbanas como suele suceder en economías desarrolladas, así esta es llevada a áreas más rurales sin afectar tanto a la salud humana y generando costos relativos menores.

Esta investigación provee un buen ejemplo sobre la diferencia que tiene el uso de diversas variables sobre la CAK. El uso de contaminantes en el aire puede tener un diferente comportamiento a los contaminantes del agua, es por eso que muchos investigadores han dedicado gran cantidad de tiempo a la decisión de sus variables dependientes como independientes. Así mismo, la recolección de los datos ha sido un factor limitante tanto en la presente investigación como en muchas otras.

Más recientemente hubo otra investigación realizado por Grossman y Krueger en donde se concentraron más en el ámbito del papel que juegan el Dióxido de Carbono y el Total de Partículas Suspendidas en el Aire como indicadores de contaminación en el aire. Usaron datos tales como cantidad de oxígeno en el agua y tipos de contaminación a través de componentes orgánicos. De igual manera ellos usaron la contaminación patógena (coliformes fecales en el agua) como indicador de la calidad del agua.

Finamente los resultados generados por dicha investigación fueron que el dióxido de sulfuro y el humo muestran la relación esperada, por ende, la contaminación aumenta cuando el ingreso presenta bajos niveles.

Cabe recalcar que esta investigación sirve como un ejemplo de cómo se puede medir el nivel de contaminación de un país, ya que hoy en día se ha vuelto un tema más subjetivo el cual está basado en las variables que cada país tiene a su disposición.

Además, es importante tener en cuenta que estas investigaciones fueron realizadas en el extranjero, por lo cual se busco algo más relacionado al Ecuador. Es por esto que la investigación de la curva medioambiental de Kuznets para américa latina y el caribe sirve como un buen proxy del comportamiento en dichas variables para el Ecuador.

Un ámbito que llamó bastante la atención de esta investigación, realizado por Alejandra Saravia, fue el hecho de que se enfatizó en el efecto diferenciado del crecimiento económico en la calidad ambiental (López, s/f). Esto en países tanto en vías de desarrollo como aquellos denominados países desarrollados. Además, dado que sus parámetros son similares a nuestro país, se optó por tomar dicha investigación como ejemplo importante en la investigación a realizar.

En breve, este artículo intenta probar la existencia de la curva ambiental de Kuznets para la muestra de países latinoamericanos tomados, y determinar el efecto de las variables distribución del ingreso y calidad institucional. Cabe recalcar que el método usado fue un análisis de datos de panel con una muestra de diecisiete países latinoamericanos con el uso de indicadores ambientales tales como emisiones de S02 y CO2 en periodos del 68-90 y 80-04. Periodos para lo cuales los resultados fueron altamente significativos dado que los datos estaban medidos en regiones y por años.

Finalmente, los datos mostraron que no existe la típica curva de Kuznets debido a que las variables tienen el poder de disminuir el efecto positivo que tiene el crecimiento económico en la calidad ambiental. Así mismo, se probó que la elevada inequidad en la

distribución del ingreso y el bajo desempeño institucional fueron las razones por las cuales no se dio la relación esperada.

Otro importante ejemplo de la curva de Kuznets para América Latina es el caso de la investigación realizada por el coordinador del Grupo de Investigación en Economía Ambiental de la Universidad de Medellín, Francisco Correa Restrepo. Dicho trabajo establece varios puntos importantes sobre la curva de Kuznets y la relación de la misma con el medio ambiente (Restrepo, 2007).

Esta investigación tiene como objetivo el realizar un análisis económico de la validez de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para América Latina.

Otro dato interesante que fue encontrado por los autores Selden y Song, fue que la variable usada por ellos con el nombre de “densidad poblacional”, afecta significativamente al modelo de manera que a mayor densidad poblacional, las emisiones de contaminantes son menores. Así mismo, en el caso de la investigación realizada por Krugman, concluyó que las emisiones van a continuar creciendo a tasas bastante altas durante la mitad del presente siglo.

En conclusión, uno de los principales errores que Francisco Correa pudo encontrar fue la carencia de información uniforme en torno a las variables seleccionadas. De manera que el entendimiento de los datos deseados es muy limitado y aquellos que si se pudieron obtener no fueron necesariamente las que mejor se acoplaban al modelo. Él cita varios trabajos como el de Arrow (Kenneth, et al., 1995) donde señalaron que los indicadores usados en los trabajos empíricos relacionan solamente los flujos de contaminantes, y estos muestran que la calidad ambiental (viabilidad de los ecosistemas) es un stock.

Así mismo se pudo observar uno de los más grandes problemas al cual nos enfrentamos al momento de realizar nuestra investigación el cual es la obtención de datos ya que no solo

dependemos de los datos que se han decidido medir sino también de la consistencia de los mismos y que nos provean con libertad para realizar la investigación.

### **Metodología:**

La metodología usada para el análisis de la CAK en el Ecuador es series de tiempo, una forma de análisis que se aplica en este contexto ya que el modelo usa una secuencia de observaciones, medidos en determinados momentos del tiempo, ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí de manera uniforme (Villavicencio). Para comprobar la existencia o no dicha relación se ha elegido las toneladas métricas emitidas de Co<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) per cápita, teniendo en cuenta la teoría, dado que deseamos analizar el comportamiento de la misma y su relación con el ingreso, medido en PIB per cápita a lo largo del periodo de tiempo que va desde 1960 hasta 2013. Se debe tener en cuenta que el PIB (Producto Interno Bruto) per cápita es una variable independiente y es tomada como un aproximador del crecimiento de la economía ecuatoriana, mientras que las emisiones de Co<sub>2</sub>, son tomadas como una variable dependiente y aproximador de la calidad del aire.

Se debe tener en cuenta que las técnicas de regresión standard como Mínimos Cuadrados Ordinarios, requieren que las variables sean estacionarias en covarianza, que todas estas, sean finitas y que no cambien a lo largo del tiempo. Es por esto que el marco de cointegración permite la inferencia e interpretación cuando las variables no mantienen estacionariedad en covarianza. Las variables usadas en este modelo a pesar de ser series de tiempo son estacionarias en primeras diferencias, esto quiere decir que el nivel de la variable no es estacionaria pero su primera diferencia sí. Los procesos estacionarios son conocidos, también, como procesos integrados de orden uno.

Específicamente el modelo usado es una distribución auto regresiva, que en primeras diferencias posee un carácter estacionario, limitado por una prueba de cointegración de las

variables de interés. Posteriormente se utilizó un Modelo de vectores de corrección de error (VECM), para demostrar que la relación que se mantiene entre las emisiones de Co2 y el PIB se expresa en el largo plazo. La forma matemática utilizada para el análisis de la variable Co2 mantiene la siguiente estructura (Pastén, 2009):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \mu_t$$

Dónde:

$t = tiempo$

$y = emisión acumulada anual de Co2,$

*medida en toneladas per capita expresadas en logaritmo natural*

$x = logaritmo natural del ingreso per capita$

$\beta_0 = efecto específico no observable$

$\beta_1; \beta_2 = son coeficientes de la regresión$

$\mu_t = error$

Se utilizó el logaritmo natural para enfatizar que la relación entre la degradación ambiental y el ingreso no es lineal sino que mantiene una forma cuadrática que está representada por el logaritmo del ingreso per cápita al cuadrado.

Se debe tener en cuenta que si existe una CAK para el Ecuador los parámetros  $\beta_1$  y  $\beta_2$  deben cumplir la siguiente restricción:

$$\beta_1 > 0 \text{ \& } \beta_2 < 0$$

De la misma manera el punto de inflexión está dado por:

$$\hat{x} = \exp\left(-\frac{\beta_1}{2\beta_2}\right)$$

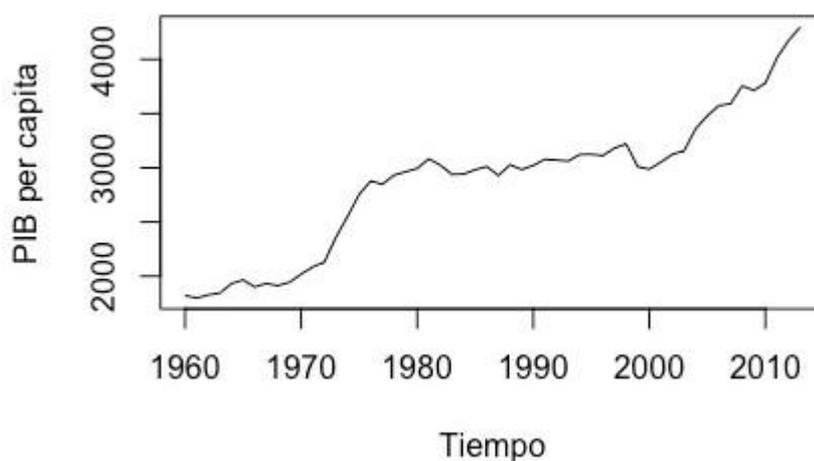
De la misma manera se comprobó la existencia de estacionariedad y tendencia dentro de los datos para cada una de las variables mencionadas anteriormente, debido a que el modelo

VECM solo se puede aplicar si es que los datos, en su primera diferencia son estacionarios. Los datos usados en su totalidad fueron tomados de la base de datos “World Development Indicators (WDI)” proporcionados por el Banco Mundial para los años 1960- 2013.

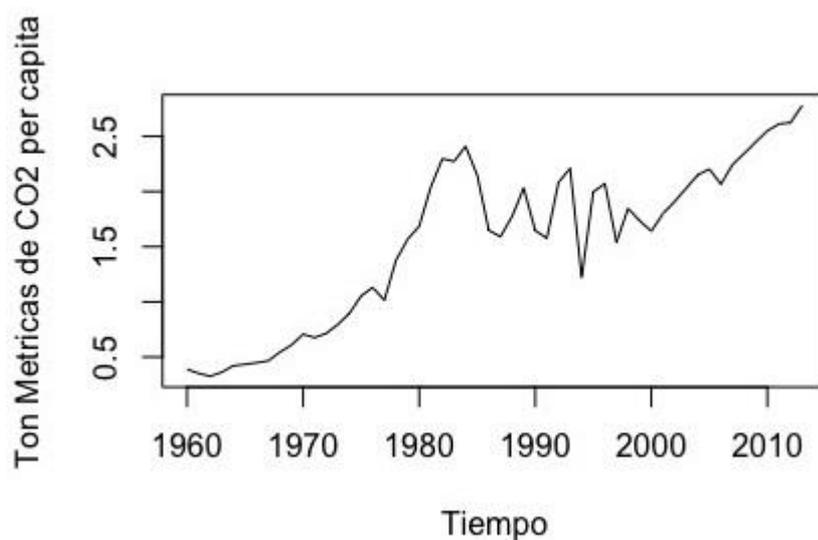
## Resultados

Dentro del análisis empírico que se realizó, en primera instancia, se evaluó la evolución de las dos variables de interés a lo largo del periodo estudiado.

**Figura 1: Tendencia del PIB real per cápita**



**Figura 2: Tendencia de las emisiones de Co2 per cápita**



Como se puede apreciar en las figuras 1 y 2 tanto el PIB, como el Co2 han ido creciendo paulatinamente. Por lo se puede inferir una posible relación entre estas dos variables. Después para poder probar esta relación se tomó estas variables y se las ajusto al modelo econométrico, por lo cual nuestras variables de interés están a la par, pero expresadas en logaritmos naturales y se creó la variable InGPD, que es igual al cuadrado del logaritmo natural del PIB per cápita.

Para empezar con el análisis econométrico se realizó una verificación de la tendencia de las variables. Como se puede observar en la figura 1 y 2 ninguna de las dos variables, a la par, son estacionarias. Para comprobar si las series de tiempo utilizadas son estacionarias o no de forma econométrica, se utilizó la raíz unitaria, mediante el test Dickey Fuller Aumentado con intercepto y tendencia. Bajo este test presentamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) que especifica que existe una raíz unitaria, lo que quiere decir que la variable no es estacionaria y la hipótesis alternativa, que establece que no existe una raíz unitaria y por ende la serie es estacionaria.

**Tabla 1: Estacionariedad Test Dickey Fuller**

<b>Variabes</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>P-Value</b>
<b>Al nivel con tendencia</b>		
InCO2	-1.867	0.6716
InGDP	-1.179	0.9148
InGDP <sup>2</sup>	-1.147	0.9208
<b>Primeras Diferencias con tendencia</b>		
InCO2	-8.655	0.0000
InGDP	-3.626	0.0277
InGDP <sup>2</sup>	-3.638	0.0268

Para esto nos referimos a la tabla número 1, donde se presentan los resultados del test de Dickey Fuller para todas las variables del modelo. También se presentan las variables en sus primeras diferencias. Pon ende podemos decir que las variables al nivel, no son estacionarias debido a que su p-value es mayor a 0.05, de la misma manera también podemos

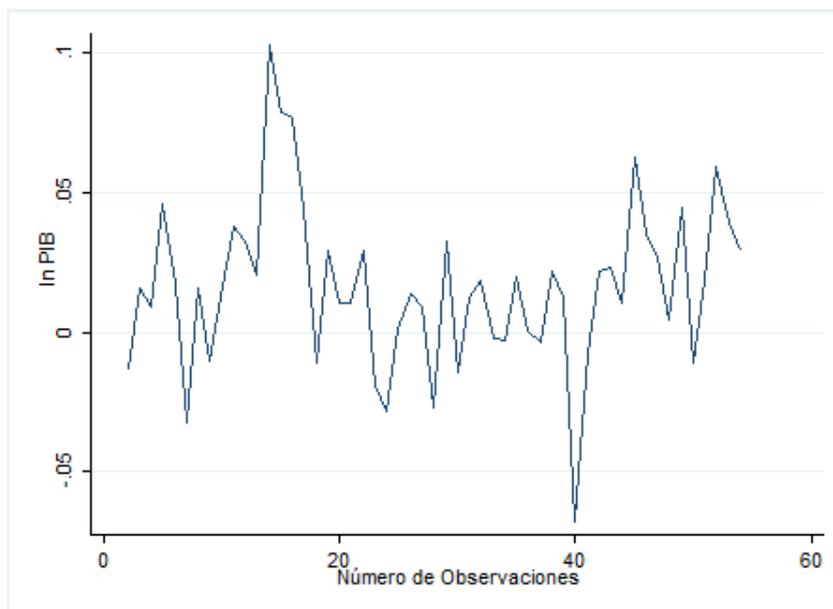
evidenciar que las mismas variables en primeras diferencias muestran un comportamiento estacionario, debido a que sus valores son menores a 0.05. Otra forma de comprobar las características de estacionariedad de las variables es el test Phillips Perron, el cual después de realizarlo, confirmo aún más los resultados obtenidos previamente.

**Tabla 2: Estacionariedad Test Phillips Perron**

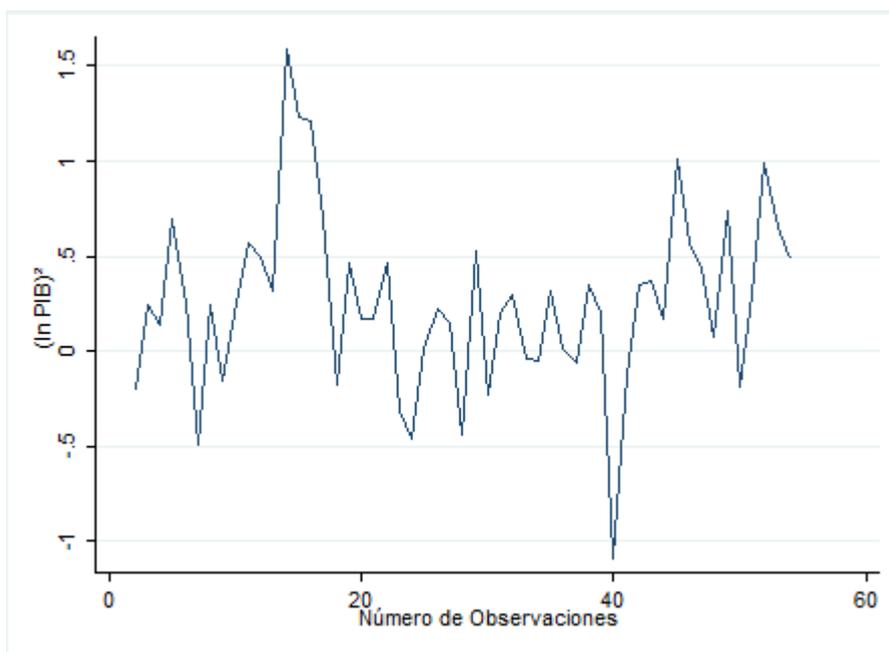
Variabes	Estadístico t	P-Value
<b>Al nivel con tendencia</b>		
LnCO2	-1.601	0.7919
LnGDP	-1.577	0.8012
LnGDP <sup>2</sup>	-1.566	0.8054
<b>Primeras Diferencias con tendencia</b>		
LnCO2	-9.52	0.0000
LnGDP	-5.112	0.0001
LnGDP <sup>2</sup>	-5.118	0.0001

Para poder visualizar la tenencia podemos dirigirnos a las figuras 3, 4 y 5. Donde se evidencia el carácter estacionario de todas las variables.

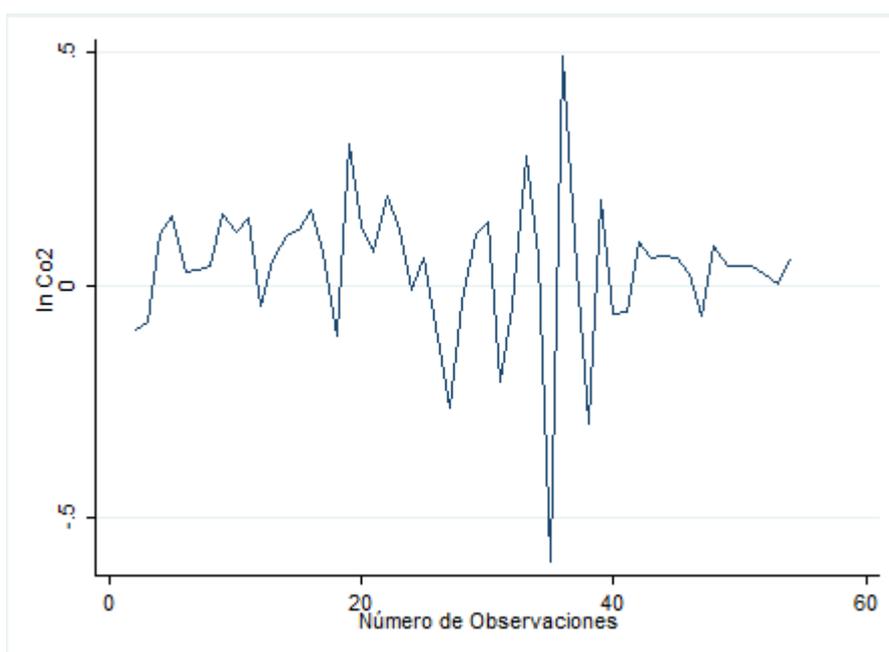
**Figura 3: In PIB en Primeras Diferencias**



**Figura 4:  $(\ln \text{PIB})^2$  en Primeras Diferencias**



**Figura 5:  $\ln \text{Co}_2$  en Primeras Diferencias**



Como se puede apreciar en los gráficos 3,4 y 5, el efecto estacionario es aún más visible usando primeras diferencias tanto en la variable  $\text{Co}_2$  como en el PIB.

Lo siguiente fue realizar la aproximación por cointegración. Esto se realizó por medio de la Prueba de Johansen, este test puede ser visto como una generalización multivariada de la prueba de Dickey Fuller aumentada (Dwyer, 2015). \* debemos tener en cuenta que se realizó



**Tabla 4: Resultados del test de Cointegración**

Johansen tests for cointegration					
Trend: constant			Number of obs =		53
Sample: 2 - 54			Lags =		1
					5%
maximum				trace	critical
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	value
0	3	284.92242	.	47.8767	29.68
1	8	300.06286	0.43523	17.5959	15.41
2	11	308.67502	0.27746	0.3715*	3.76
3	12	308.86079	0.00699		

La tabla número 4 presenta los resultados del test antes mencionado, en este caso se debe evaluar el “trace statistic” y el valor crítico, ya que si el primero es mayor a 0.005 rechazamos la hipótesis nula y afirmamos la existencia de cointegración entre ambas variables, así mismo aceptando la hipótesis nula en el caso que el trace statistic sea menor a 0.005.

En este caso, se muestra que el trace statistic presenta un valor de 47.8767 el cual es mayor al 29.68 del valor crítico, por lo cual rechazamos la hipótesis nula, así como se confirma una cointegración de rango 0. De la misma manera 17.59 es mayor al 15.41, entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) de al menos una ecuación de cointegración. Para el rango 2, vemos que 0.37 es menor a 3.76, entonces no se rechaza  $H_0$ , dada la existencia de 2 ecuaciones de cointegración. Esto claramente muestra que la relación entre las emisiones de  $CO_2$  y el PIB per cápita solamente existe en el largo plazo.

Para analizar esta relación se toma las dos ecuaciones antes halladas y realizamos un Modelo de corrección de errores vectoriales (VECM).

**Tabla 5: resultados del Modelo de Vectores de Corrección de Error**

Vector error-correction model	
Sample: 3-54	No. of obs= 52
	AIC= -11.08769
Log likelihood= 308.2799	HQIC= -10.79997
Det(Sigma_ml)= 0.00000000142	SBIC= -10.33721

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
DlnCO2	6	0.140131	0.3318	22.84354	0.0009
DlnGDP	6	0.02887	0.3486	24.61459	0.0004
DlnGDP2	6	0.457916	0.3466	24.40536	0.0004

	Coef.	Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]		
DlnCO2							
ce1							
L1.	-0.4669771	0.1356224	-3.44	0.001	-0.7327921	-0.2011621	
ce2							
L1.	16.40176	4.840283	3.39	0.001	6.914981	25.88854	
lnCO2							
LD.	-0.0490519	0.1376439	-0.36	0.722	-0.3188289	0.2207251	
lnGDP							
LD.	-6.703412	29.28933	-0.23	0.819	-64.10945	50.70263	
lnGDP2							
LD.	0.4237406	1.854921	0.23	0.819	-3.211838	4.059319	
Cons	0.0157183	3.079667	0.01	0.996	-6.020319	6.051755	

DlnGDP							
ce1							
L1.	0.014675	0.0279413	0.53	0.599	-0.040089	0.0694389	
Ce2							
L1.	-0.4581855	0.9972085	-0.46	0.646	-2.412678	1.496307	
lnCO2							
LD.	-0.0089986	0.0283578	-0.32	0.751	-0.0645788	0.0465816	
lnGDP							
LD.	5.111165	6.03427	0.85	0.397	-6.715786	16.93812	
lnGDP2							
LD.	-0.3002597	0.382156	-0.79	0.432	-1.049272	0.4487523	
Cons	0.0743981	0.6344816	0.12	0.907	-1.169163	1.317959	

DlnGDP2							
ce1							
L1.	0.2254336	0.4431842	0.51	0.611	-0.6431915	1.094059	
ce2							
L1.	-8.071625	15.81698	-0.51	0.61	-39.07234	22.92909	
lnCO2							
LD.	-0.1440195	0.4497899	-0.32	0.749	-1.025591	0.7375526	
lnGDP							
LD.	80.8716	95.71111	0.84	0.398	-106.7187	268.4619	
lnGDP2							
LD.	-4.752581	6.061474	-0.78	0.433	-16.63285	7.12769	
Cons	0.0277184	10.06368	0	0.998	-19.69672	19.75216	

Cointegrating equations			
Equation	Parms	chi2	P>chi2
ce1	1	156.0188	0
ce2	1	15553.69	0

Identification: beta is exactly identified						
Johansen normalization restrictions imposed						
Beta	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ce1	lnCO2	1	.	.	.	.
	lnGDP	0	(omitted)	.	.	.
	lnGDP2	-0.2442134	0.0195515	-12.49	0	-0.2825337 -0.205893
	Cons	-23.06515	.	.	.	.
ce2	lnCO2	-3.47E-18	.	.	.	.
	lnGDP	1	.	.	.	.
	lnGDP2	-0.0661601	0.0005305	-124.71	0	-0.0671998 -0.0651203
	Cons	-4.851406	.	.	.	.

La tabla cinco, muestra el resultado del modelo en su totalidad. Esta indica causalidad de largo plazo, para lo cual analizamos ce1[L1. y ce2[L1 pertenecientes al parámetro del Co2, que son los asociados al término de corrección, estos dos, como son significativos, muestran que existe la causalidad de largo plazo que va desde el In PIB al LCo2. Debido a que el resto de estimadores son de corto plazo, ninguno de los otros coeficientes con significativas, en otras palabras la relación es inexistente en el corto plazo, debido a que la causalidad de Granger para todos los casos es mayor a 0,05.

Para evaluar auto-correlación residual del modelo se aplicó una prueba del Multiplicador de Lagrange, el cual es presentado en la siguiente tabla.

**Tabla 6: Prueba de correlación**

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	12.9950	9	0.16283
2	11.7028	9	0.23059

H0: no autocorrelation at lag order

Esta presenta los resultados, los cuales indican que no se puede rechazar la hipótesis nula debido a que no hay auto-correlación en los residuos. Esto quiere decir que el modelo se encuentra bien especificado.

De la misma manera de realizo pruebas de normalidad que son presentadas en la tabla 7. Estas pruebas muestran que se rechazó la hipótesis nula de la normalidad de errores. Esto no debería generar ningún problema debido a que si los errores son independientes e idénticamente distribuidos con media cero y varianza finita los estimadores aún son consistentes pero no eficientes (Stata, 2013).

Este modelo de vectores de corrección de error muestra que en el corto plazo ninguno no existe relación alguna entre las variables de interés. También muestra una cointegración de las variables, lo que confirma que existe una relación entre el Co2 y el PIB, así también muestra que la relación de estas variables se expresa en el largo plazo. La forma de esta relación se puede observar en la figura 6. Esta a su vez confirma la existencia de una CAK para el Ecuador.

**Tabla 7: Pruebas de Normalidad**

**Jarque-Bera test**

Equation	chi2	df	Prob > chi2
D_lCO2	40.282	2	0.00000
D_lGDP	1.851	2	0.39643
D_lGDP2	16.147	2	0.00031
ALL	58.279	6	0.00000

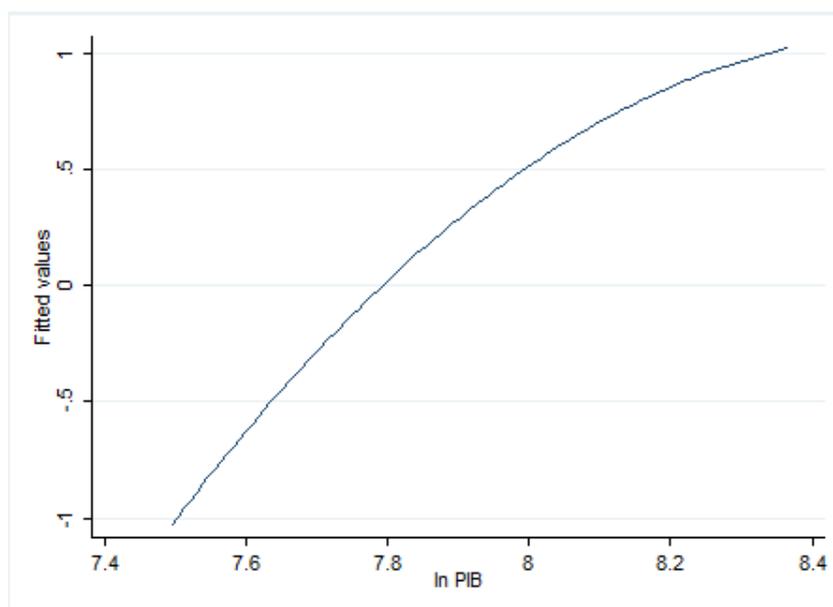
**Skewness test**

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
D_lCO2	-1.3667	16.189	1	0.00006
D_lGDP	-.08652	0.065	1	0.79895
D_lGDP2	.11097	0.107	1	0.74391
ALL		16.361	3	0.00096

**Kurtosis test**

Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
D_lCO2	6.3346	24.093	1	0.00000
D_lGDP	3.9078	1.786	1	0.18146
D_lGDP2	5.7209	16.040	1	0.00006
ALL		41.919	3	0.00000

**Figura 6: Curva de Kuznets para el Ecuador**



## Conclusiones

Después de realizar los análisis respectivos, así como comprobar la validez de los datos, se logró comprobar, mediante el modelo VECM, que en efecto existe una relación en forma de U invertida, entre las variables Co2 y PIB per cápita. Lo que sugiere una existencia de la curva de Kuznets para el Ecuador. Es importante mencionar que dicha relación fue encontrada solamente en el largo plazo, por ende el comportamiento de las variables en el corto plazo fue inexistente. Así también, al realizar el análisis de primeras diferencias pudimos encontrar que sus variables presentaron un comportamiento estacionario, lo que dio lugar al modelo de vectores de corrección de error. De la misma manera el análisis evidenció la actual posición del Ecuador en la mencionada curva de Kuznets, la cual, para el presente se encuentra en la parte creciente de la curva, acercándose al punto máximo de la misma. Esto significa que a mayor crecimiento del PIB per cápita, estamos presentando un aumento de emisiones de Co2.

## Referencias

Dwyer, G. (Abril de 2015). The Johansen Test for Cointegration.

Kuznets, S. (Marzo de 1995). Recuperado el junio de 2015, de

[file:///C:/Users/ISABEL/Downloads/KUZNETS%20\(1955\)%20eco%20growth%20and%20income%20inequality.pdf](file:///C:/Users/ISABEL/Downloads/KUZNETS%20(1955)%20eco%20growth%20and%20income%20inequality.pdf)

López, A. S. (s/f). *Banco Central de Bolivia*. Obtenido de

<https://www.bcb.gob.bo/webassets/file/2doEncuentroDeEconomistas/America%20Latina%20y%20El%20Caribe.%20Efectos%20de%20equidad%20e%20institucionalidad%20en%20la%20curva%20ambiental%20de%20Kuznets.pdf>

Mahía, R. (Marzo de 2000). Recuperado el Noviembre de 2015, de

[https://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/rmc/investiga/introdat.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/investiga/introdat.pdf)

Pastén, E. F. (Junio de 2009). Recuperado el 20015, de

<http://www.scielo.cl/pdf/ede/v36n1/art01.pdf>

Restrepo, F. C. (2007). Crecimiento Económico, Desigualdad Social y Medio Ambiente: Evidencia

Empírica para América Latina. *Revista Ingenierias Universidad de Medellín*, 11-30.

Stata. (2013). *stata.com*. Obtenido de <http://www.stata.com/manuals13/tsvecintro.pdf>

Villavicencio, J. (s.f.). *Link Click*. Recuperado el Diciembre de 2015, de

[http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=4\\_BxecUaZmg%3D](http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=4_BxecUaZmg%3D)

World Development Indicators (WDI). (2014), World Bank. Available

from: [http://www.data.worldbank.org/data-catalog/worlddevelopment-](http://www.data.worldbank.org/data-catalog/worlddevelopment-indicators/wdi-2014)

[indicators/wdi-2014](http://www.data.worldbank.org/data-catalog/worlddevelopment-indicators/wdi-2014).

Grossman, Gene & Krueger, Alan. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade

Agreement. *National Bureau of Economic Research*.

Arrow, Kenneth., et al. (1995). Economic Growth, Carrying Capacity, and The Environment.

*Ecological Economics*, 91-95.

López, A. S. (s/f). *Banco Central de Bolivia*. Obtenido de

<https://www.bcb.gob.bo/webassets/file/2doEncuentroDeEconomistas/America%20Latina%20y%20El%20Caribe.%20Efectos%20de%20equidad%20e%20institucionalidad%20en%20la%20curva%20ambiental%20de%20Kuznets.pdf>

Restrepo, F. C. (2007). Crecimiento Económico, Desigualdad Social y Medio Ambiente: Evidencia

Empírica para América Latina. *Revista Ingenierias Universidad de Medellín*, 11-30.

Selden, Thomas. & Daqing, Song. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 147-162.