



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

LA CURVA DE KUZNETS COMO HERRAMIENTA PARA MEDIR EL  
DESARROLLO ECONOMICO Y EL EQUILIBRIO AMBIENTAL: REVISIÓN  
SISTEMÁTICA

CUESTA AGUIRRE ROBERTO LEONEL  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

LA CURVA DE KUZNETS COMO HERRAMIENTA PARA MEDIR  
EL DESARROLLO ECONOMICO Y EL EQUILIBRIO  
AMBIENTAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA

CUESTA AGUIRRE ROBERTO LEONEL  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

EXAMEN COMPLEXIVO

LA CURVA DE KUZNETS COMO HERRAMIENTA PARA MEDIR EL DESARROLLO  
ECONOMICO Y EL EQUILIBRIO AMBIENTAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA

CUESTA AGUIRRE ROBERTO LEONEL  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

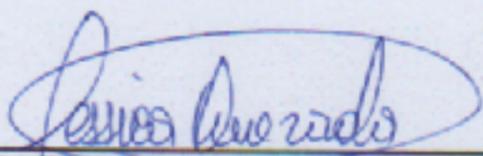
QUEZADA CAMPOVERDE JESSICA MARIBEL

MACHALA, 11 DE ENERO DE 2018

MACHALA  
11 de enero de 2018

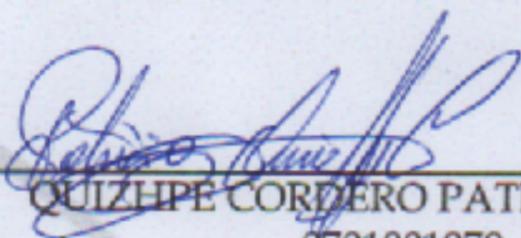
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado La Curva de kuznets como herramienta para medir el desarrollo económico y el equilibrio ambiental:Revisión Sistemática, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



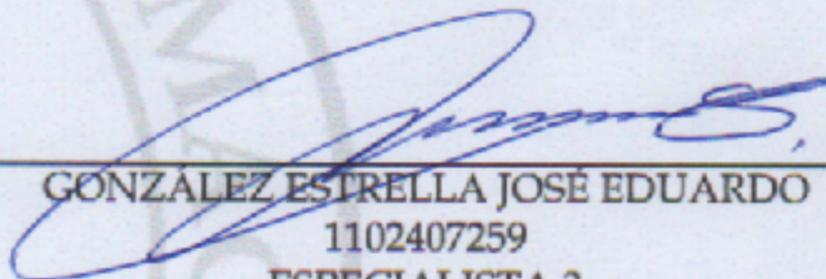
---

QUEZADA CAMPOVERDE JESSICA MARIBEL  
0703601633  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

QUIZHPE CORDERO PATRICIO FREDY  
0701801979  
ESPECIALISTA 2



---

GONZALEZ ESTRELLA JOSÉ EDUARDO  
1102407259  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 29 de enero de 2018 - 16:00

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** ROBERTO CUESTA.docx (D34151806)  
**Submitted:** 12/22/2017 12:26:00 AM  
**Submitted By:** jquezada@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 1 %

### Sources included in the report:

1435175198\_438\_Proyecto%252BEconom%2525C3%2525ADa%252BAmbiental.docx  
(D14897276)

### Instances where selected sources appear:

1

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CUESTA AGUIRRE ROBERTO LEONEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado La Curva de kuznets como herramienta para medir el desarrollo económico y el equilibrio ambiental:Revisión Sistemática, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

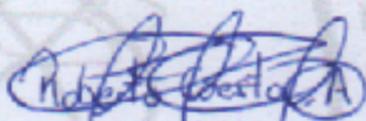
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de enero de 2018



CUESTA AGUIRRE ROBERTO LEONEL  
0706724507



UNIVERSITAS  
MAGISTRORUM  
ET SCHOLARUM

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA**

TRABAJO DE TITULACIÓN SOMETIDA A CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE  
CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL GRADO DE  
  
ECONOMISTA AGROPECUARIO

Tema: La curva de Kuznets como herramienta para medir el desarrollo económico y  
el equilibrio ambiental: revisión sistemática

Autor: Roberto Cuesta  
C.I. 0706724507

Tutor:  
Ing. Agr. Jessica Quezada, Mg. Sc.  
C.I. 0703601633

2017

MACHALA – EL ORO- ECUADOR

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>7</b>
1.1 Fundamento teórico de la investigación	7
2.2 Hipótesis de la curva de Kuznets	8
2.3 Crecimiento Económico de Ecuador	9
2.4 Propuesta metodológica	12
2.4.1 Revisión sistemática de la literatura científica	12
2.4.2 Diseño de la curva de Kuznets	13
<b>RESULTADOS</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>19</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>20</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO</b>	<b>24</b>

**Autor**  
**Roberto Cuesta**  
**C.I. 0706724507**  
**Tutora**  
**Ing. Jessica Quezada Mg. Sc.**  
**C.I. 0703601633**

## **RESUMEN**

Con el objetivo de verificar la pertinencia de la Curva ambiental de Kuznets (CKA) se plantearon los siguientes objetivos: A) realizar una revisión sistemática de publicaciones sobre las variables utilizadas en la CKA periodo 2012-2017, y B) desarrollar una CKA con datos preliminares de ingreso per-cápita y emisiones de CO<sub>2</sub> para Ecuador obtenidas de la base de datos del Banco Mundial. La investigación fue de tipo descriptiva, donde se realizó una búsqueda sistemática de la información científica en base de datos indexadas para determinar la pertinencia de las variables Producto Interno Bruto (PIB), y los indicadores ambientales: emisiones de CO<sub>2</sub> per-cápita, gas metano y emisiones nitroso. Con estos indicadores se creó una base de datos con un marco temporal desde 1967 al 2014, luego se realizaron varias regresiones lineales simples de tipo logarítmica, para establecer una relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el PIB como variable independiente. Obteniendo como resultado un R<sup>2</sup> de 0,4712 entre emisiones de CO<sub>2</sub> por kg del gas y dólares del PIB como el menor coeficiente de regresión, a diferencia del total de CO<sub>2</sub> emitido con un R<sup>2</sup> de 0,8367, seguido del R<sup>2</sup> obtenido del CO<sub>2</sub> emitido per cápita con 0,8110. Se logró comprobar, mediante regresiones simple que existe una relación en forma de U invertida, entre las variables CO<sub>2</sub> y PIB per cápita. Lo que sugiere una existencia de la curva de Kuznets para el Ecuador. Confirmando la que a mayor crecimiento del PIB per cápita, estamos presentando un aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** CO<sub>2</sub>, crecimiento económico, per-cápita, PIB, cambio climático

**Autor**  
**Roberto Cuesta**  
**C.I. 0706724507**  
**Tutora**  
**Ing. Jessica Quezada Mg. Sc.**  
**C.I. 0703601633**

## **ABSTRAC**

In order to verify the relevance of the environmental curve of Kuznets (CKA) The following objectives were raised: a) to carry out a systematic review of publications on the variables used in the CKA period 2012-2017, and B) to develop a CKA with data Preliminaries of per capita income and CO2 emissions for Ecuador obtained from the World Bank database. The research was descriptive, where a systematic search of scientific information on a indexed database was carried out to determine the relevance of the variables gross domestic product (GDP), and environmental indicators: CO2 emissions Per capita, methane gas and nitrous emissions. With these indicators a database was created with a temporal framework from 1967 to 2014, then several simple linear regressions of logarithmic type were made, to establish a relation between the CO2 emissions and the GDP as independent variable. resulting in an R2 of 0.4712 between CO2 emissions per kilogram of gas and GDP dollars as the lowest regression coefficient, unlike the total CO2 emitted with an R2 of 0.8367, followed by the R2 obtained from CO2 emitted per capita with 0.8110. It was verified by simple regressions that there is a relationship in the form of inverted U, between the variables CO2 and GDP per capita. Suggesting an existence of the Kuznets curve for Ecuador. Confirming that the more growth of GDP per capita, we are introducing an increase in CO2 emissions.

**Key words:** CO2, economic growth, per capita, GDP, climate change

## INTRODUCCIÓN

Las actividades de extracción y explotación de los recursos naturales con fines de satisfacer las necesidades de la sociedad no son nuevas, inició en el neolítico con el modelo de producción agrícola y la extracción del carbón hasta la revolución industrial, y continúa hasta la actualidad. Desarrollo que conlleva el crecimiento de la frontera agraria, contaminación del agua, compactación de los suelos y alteraciones en la atmósfera, dejando de considerar que vivir en un ambiente sano es una necesidad indispensable para los individuos (Martínez-Jiménez y Varela-Veliz 2016).

Entre 1990 y 2010 se publican varias investigaciones donde se compara el crecimiento económico de países del hemisferio norte y la contaminación producto de este progreso, periodo donde se destacan autores como Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (2003), que centraron la discusión en el análisis de la hipótesis conocida como Curva de Kuznets Ambiental (CKA), así llamada por su similitud con la relación de la teoría de Simon Kuznets (1955) que estableció la relación entre crecimiento económico y la desigualdad en la distribución del ingreso (Zilio 2012).

Martínez-Jiménez y Varela-Veliz (2016) detallan que los países como China, Corea del Sur, Tailandia o México se encuentran en el cambio de su estructura económica, del sector primario (materia prima) al sector industrial, incrementando la contaminación del aire, suelo y agua desde la década de los 70, mientras que los países denominados industriales, como Estados Unidos, Alemania, Francia o Japón tienen menos contaminación, de la que registraban cuando optimizaron su desarrollo industrial y alcanzaron su punto de inflexión en los años 80.

La CKA se fundamenta que entre el crecimiento económico y la polución ambiental existe una relación funcional con forma de U invertida, lo que significa que el deterioro ambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado nivel crítico de la renta per-cápita; a partir del cual, mayores niveles de este indicador macroeconómico se asocian a niveles gradualmente ascendientes de calidad ambiental (He y Wang 2012), como la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la industria automotriz, aumento en el secuestro de carbono (C) en cultivos agroforestales (Catalán 2014) como sucede en las economías europeas y en Estados Unidos.

## **Planteamiento del Problema**

La comprobación empírica de la relación entre crecimiento económico y el deterioro del medio ambiente, es un tema de debate entre diferentes corrientes económicas desde el siglo XVIII con Adam Smith, Robert Malthus y David Ricardo que proponen la relación de las externalidades del mercado y el bienestar social, hasta mediados del siglo XX con Cecil Pigou que propone las tasas ambientales a las empresas que más contaminan e incentivos a las que menor contaminación generan. Todos estos aportes generaron diferentes enfoques para medir el grado de crecimiento económico y los efectos al ambiente; este concepto aporta a la hipótesis que los bajos niveles de ingreso están correlacionados con un creciente deterioro del ambiente, pero después de lograr un punto de inflexión entre el ingreso per cápita y el desplazamiento en la fabricación de bienes sustituidos por los servicios, la relación entre las dos variables se vuelve negativa (Labandeira, León, y Vázquez 2007).

Para dar respuesta a estos aspectos la aplicación de la CKA como una hipótesis se hace cada vez más importante, porque predice el crecimiento económico para plantear una solución para los problemas ambientales en el futuro sin intervención de la política. Un ejemplo de esto es que CKA ha sido probada para muchos indicadores de degradación ambiental incluyendo: deforestación, incremento de CO<sub>2</sub> entre otros.

En este contexto para actualizar aspectos para la formulación de la hipótesis referente a la aplicación de la CKA se propone los siguientes objetivos.

### **Objetivo General**

Realizar una revisión sistemática de la literatura sobre publicaciones científicas en español indexadas entre 2012 y 2017 y confrontar las particularidades de la CKA en la formulación de hipótesis y variables que inciden en el crecimiento económico y la contaminación del ambiente.

### **Objetivos Específicos**

1. Realizar una revisión sistemática de publicaciones sobre crecimiento económico y la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) periodo 2012-2017
2. Desarrollar una CKA con datos preliminares de ingreso per-cápita y emisiones de CO<sub>2</sub> para Ecuador

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 1.1 Fundamento teórico de la investigación

Después de la segunda guerra mundial en países europeos y en Estados Unidos inicia un proceso desarrollo económico donde se incrementó sustancialmente el consumo de recursos naturales en especial lo de tipo fósil como el petróleo y gas natural en este entorno para el año 1955 economista francés Simón Kuznets publicó un artículo con el título *Economic Growth and Income Inequality* (Crecimiento económico y desigualdad de ingresos), el cual sustenta la relación entre las variables crecimiento económico (Medido en PIB per cápita) y la distribución de ingresos (Bonilla-Montero 2016) . Por medio de sus investigaciones, Simón Kuznets llegó a la conclusión que la relación existente entre el PIB y la desigualdad, mantiene una forma de U invertida (Yaduma, Kortelainen y Wossink 2015).

En 1987 la Comisión Mundial para el Medio Ambiente (PNUD) divulga el informe titulado *Our Common Future* (Nuestro Futuro común) también denominado *Brundtland Report* (Rentería *et al.* 2016) donde se presentó el concepto de desarrollo sostenible el cual “es satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. Lo que despertó el interés de los economistas, centrando su estudio en los efectos del crecimiento económico y la polución ambiental.

A pesar del esfuerzo de las naciones durante los años 90 por lo lograr un desarrollo sostenible sin afectar al ambiente, la contaminación se incrementó una muestra de estos son las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) producto del desarrollo de la industria y la agricultura que continuaron debido a varios factores entre ellos, la dependencia de combustible fósiles (petróleo y gas natural), crecimiento demográfico, el cambio tecnológico, las estructuras institucionales, modelos de transporte, estilos de vida o el comercio internacional. (Robalino-López *et al.* 2014).

En este contexto los respectivos cambios en los estudios económicos sobre el ambiente se enfocaron a encontrar un punto de adecuado entre crecimiento y contaminación. Destacando los aportes de Grossman y Krueger (1991) y Shafik y Bandyopadhyay (1992) que retomaron la teoría de Simón Kuznets, en sus trabajos anunciaron sobre las relaciones

de ingresos por contaminación en forma de U invertidas (Figura 1), a la cual denominaron curva Kuznets ambiental (CKA) como lo expresa He y Wang (2012).

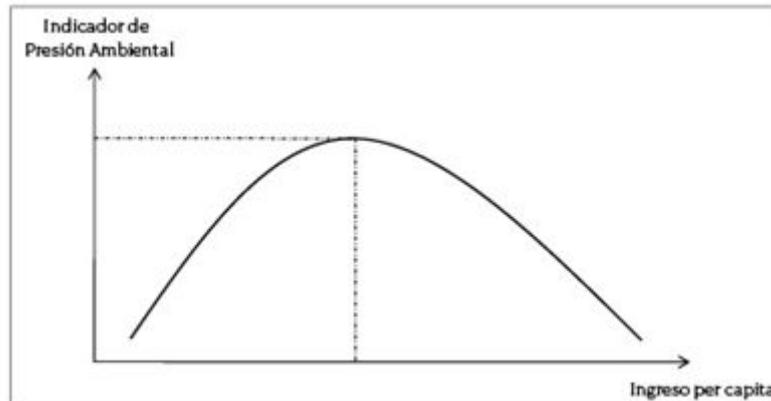


Figura 1. Representación de la curva de Kuznets

Fuente: Catalán (2014)

## 2.2 Hipótesis de la curva de Kuznets

Esta hipótesis se apoya, en el argumento de que mayores niveles de desarrollo implican un cambio en la estructura de la economía en favor de la industria y servicios, donde los procesos de producción, se basan en tecnologías más eficientes, que ayudan a conservar los recursos naturales, y de esta manera reducir de manera importante el deterioro del medio ambiente como lo expresaron Grossman y Krueger (1995) citado por (Catalán 2014).

De igual forma, la CKA muestra el desarrollo de una economía a través del tiempo. La primera etapa para su formulación es que una economía basada en el sector agrícola tiene un fuerte impacto sobre el ambiente; en la segunda etapa el crecimiento económico se centra en el desarrollo de la industria, que si bien se genera un mayor nivel de riqueza tiene como consecuencia un mayor deterioro en la calidad del ambiente. En la tercera etapa se produce un punto de inflexión, donde la economía sustenta su crecimiento en tecnologías eficientes y más limpias, principalmente en el sector servicios (Catalán 2014; Robalino-López et al. 2015) .

Zilio (2012) argumenta que los sectores más pobres de la sociedad no demandarán mejoras ambientales en la medida que no cubran otras necesidades básicas, como nutrición, educación o asistencia sanitaria. Sin embargo, es natural pensar que una vez que los individuos han alcanzado un determinado nivel de vida, otorgarán mayor valor a los bienes y servicios ambientales, elevando su disposición a pagar por ellos en una proporción mayor al

crecimiento del ingreso. Considerando este planteamiento como otra posible hipótesis para determinar las variables que conformarán la CKA.

Catalán (2014) argumenta que existen patrones regulares entre el producto per cápita y la degradación ambiental, pero esto no es automático, debido a que adquiere diversas formas y depende de factores tales como: la innovación tecnológica, las instituciones y las regulaciones en materia ambiental.

### **2.3 Crecimiento Económico de Ecuador**

El recurso natural petróleo y la agricultura son el eje principal de la economía ecuatoriana. En el caso del petróleo sustituyó a inicios de la década de los 70 a los productos agrícolas de exportación como cacao, café y en particular al banano. Los sectores descritos representan cerca de un 40% del Producto Interno Bruto y generan aproximadamente el 80% de las exportaciones del país. Solo el sector petrolero registró una contribución al Producto Interno Bruto (PIB) total del 12% y una representación del 52% de las exportaciones en el año 2014, muestran la gran dependencia de la economía ecuatoriana a esta actividad (Alejandro y Valencia 2013) .

Pero, así como son el mayor rubro económico el sector petrolero, también representa la mayor fuente de contaminación y depredación de otros recursos naturales, estimándose que en términos de externalidades negativas contribuye con al menos un 2% anual de deterioro del PIB, además, ocupa el 20,12 % del territorio nacional, y tiene presencia en un 18,5% del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado. No obstante, su importante contribución a la economía nacional, las condiciones de producción y desarrollo en dichos sectores no es consistente con la sostenibilidad de los recursos en el largo plazo y afectan de manera directa a la calidad del patrimonio natural del país (Alejandro y Valencia 2013; Robalino-López *et al.* 2014).

Pero en Ecuador no solo se registra impacto negativo al ambiente por agricultura o extracción de petróleo (Tabla 1), también la tasa deforestación incide en la formular la hipótesis de CKA, la cual es la más alta de Latinoamérica (1,8% anual), con una pérdida anual de masa forestal de aproximadamente 200.000 hectáreas. A esto se puede añadir, que en los últimos 40 años se ha provocado una pérdida de la cobertura vegetal en un 60%; pérdida del manglar en un 70%6, para dar espacio a la producción del camarón entre otros datos que en conjunto deterioran las condiciones de vida de la población, tendencia que socava sistemáticamente las bases para el desarrollo del país (Alejandro y Valencia 2013; García 2003).

Tabla 1 .- Fuentes de contaminación relacionadas al crecimiento económico

sector económico	PIB (%)	Exportación (%)	Impacto
Extracción de recursos naturales (petróleo y minas)	12	52	Pérdida de cobertura boscosa y biodiversidad. Contaminación de agua y suelos por derrames del producto con limitada recuperación y alto costo para la remediación. Conflictos socio ambientales y culturales.
Transporte	7,4	0	Emisiones contaminantes hacia la atmósfera: PTS, SO <sub>2</sub> , NOX, HC, y CO <sub>2</sub>
Agricultura y ganadería	8,3	19	Destrucción bosques nativos (expansión de la frontera agrícola, cambio de uso del suelo). Erosión de suelos. Contaminación de suelos y agua y afectación a la salud humana por uso de productos químicos inadecuados. Riesgos en la seguridad alimentaria (monocultivos).
Pesca y acuicultura	2	10	Pérdida de biodiversidad (ecosistema manglar). Desplazamiento de comunidades recolectoras de moluscos, crustáceos y peces. Contaminación de ríos y estuarios por desechos sólidos y aguas residuales. Desastres naturales por construcción de diques.

Forestal	2	2	Pérdida bosques nativos (tala ilegal, deforestación 198.000 ha <sup>-1</sup> año). Pérdida de biodiversidad. Menor disponibilidad de agua. Conflictos socio ambientales. Pérdida de opciones de sustento con productos no maderables.
----------	---	---	---

Fuente: Alejandro y Valencia (2013)

## **2.4 Propuesta metodológica**

La investigación es de tipo descriptiva donde las variables correspondientes fueron el indicador económico Producto Interno Bruto (PIB), y los indicadores ambientales: emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) per-cápita (kg por US\$ del PIB de 2010), emisiones de CO<sub>2</sub> (kg por US\$ del PIB de 2010), emisiones agrícolas de gas metano (miles de toneladas métricas de equivalente de CO<sub>2</sub>) y emisiones agrícolas de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO<sub>2</sub>).

El modelo planteado en la investigación corresponde a un estudio de caso, el cual se estructuró en dos momentos:

### **2.4.1 Revisión sistemática de la literatura científica**

Se utilizó como técnica de recopilación de la información secundaria la revisión sistemática de literatura científica, técnica con la que se identificó y seleccionan los artículos científicos en función del propósito y fin de la investigación.

Las pautas para una selección pertinente de la información en esta tesis corresponde a los autores Salas-Zapata, Ríos-Osorio y Cardona-Arias (2016), quienes sugieren inclusión y exclusión en el proceso búsqueda que se realizó en la base de datos de Google Académico.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Marco temporal: 2012-2017
2. Trabajos científicos: artículos científicos indexados
3. Idioma: artículos escritos en castellano
4. Artículos que contenían información de las variables: PIB y GEI

Mientras que los criterios de exclusión fueron:

1. Tesis de pregrado y posgrado,
2. Proceeding de conferencias,
3. Libros y ensayos sin validación

Para delimitar la búsqueda se utilizó marcadores booleanos para precisar los resultados los cuales se aplicaron a la siguiente frase:

[(Curva+ambiental+kuznets+crecimiento+económico)or(curva+kuznets+ambiental+crecimiento+económico)]. Con los resultados de la primera búsqueda se agregó el término Ecuador con lo cual se delimitó el análisis de los artículos al título, resumen y palabras clave como lo recomienda Acevedo Peralta *et al.* (2016).

#### 2.4.2 Diseño de la curva de Kuznets

Se construyó una base de datos donde se estableció una serie temporal anual (1960-2013) como una técnica 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.

Para comprobar la existencia o no dicha relación se ha elegido las toneladas métricas emitidas de CO<sub>2</sub> per cápita, teniendo en cuenta el comportamiento de la misma y su relación con el ingreso, medido en PIB per cápita como variable independiente es tomada como un predictor 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.

A continuación, se utilizó la técnica de regresión standard como mínimos cuadrados ordinarios, que 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 estacionalidad en covarianza. Las variables usadas en este modelo a pesar de ser series de tiempo son estacionarias en primeras diferencias.

El modelo usado es una distribución de auto regresión, 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 CO<sub>2</sub> y el PIB se expresa en el largo plazo. La forma matemática utilizada para el análisis de la variable CO<sub>2</sub> mantiene la siguiente estructura:

Ecuación 1

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 + \beta_{1xt} + \beta_{2xt^2} + \mu_t$$

Donde:

$y_t$  = emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub>;  $\beta_0$  = efecto específico no deseado;  $\beta_1$ ;  $\beta_2$  = Coeficiente de regresión;  $\mu_t$  = error

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 la ecuación 2.

Ecuación 2

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

Donde  $X \ln$  es el logaritmo natural de la función

Los datos usados en su totalidad son tomados de la base de datos World Development Indicators (WDI) proporcionados por el Banco Mundial para los años 1960- 2014.

## RESULTADOS

En la Tabla 2 el total de artículos científicos escrito sobre la CKT en español son 242, donde se tomó una muestra del 10% de la población (n=27) para determinar las variables para conformar la hipótesis de CKT, siendo las variables PIB per cápita y las emisiones de CO2 per cápita y totales de los GEI. En la tabla se observa un incremento en la publicación sobre el tema de la CKT. Robalino-López et al. (2015) indica que el interés por medir el crecimiento económico y las externalidades generadas al ambiente incentivo a varios investigadores en todo el mundo a plantear indicadores en función de las emisiones de los GEI por su efecto directo al cambio climático.

Tabla 2.- Revisión sistemática de literatura: criterio variables curva de Kuznets

Periodo	Artículos	Muestra	Variables
2012	25	3	CO2 per cápita y CO2 total (toneladas métricas)
2013	34	4	GEI (toneladas métricas equivalentes en CO2)
2014	41	4	CO2 per cápita y GEI (toneladas métricas equivalentes en CO2)
2015	55	6	CO2 per cápita y GEI (toneladas métricas equivalentes en CO2)
2016	47	6	CO2 per cápita y GEI (toneladas métricas equivalentes en CO2)
2017	40	4	CO2 per cápita y GEI (toneladas métricas equivalentes en CO2)
Total	242	27	

En la Tabla 3 se el PIB del Ecuador medido en US\$ a precio actual desde 1968 al 2014 tuvo una media de 2422,44 millones de dólares, con una emisión de CO2 de kilogramo por cada dólares del PIB de 0,45 y una emisión media total de CO2 medido en toneladas métricas de 20021,43 valores con un Coeficiente de variación, que indica altos niveles de emisiones que fueron evolucionando a medida que el PIB creció como se muestra en la Figura 2.

Tabla 3.- Resumen descriptivo de variables utilizadas para la construcción de CKT: serie de tiempo 1968-2014

Descriptivos	V1	V2	V3	V4	V5	V5
Media	2422,44	0,45	20021,43	1,76	7168,62	2878,37
DS	1633,790809	0,110379905	10876,10051	0,600920187	2122,850258	762,0008618
Cv	67,44408761	24,45856791	54,3222965	34,2019602	29,61311157	26,47335643

V1. PIB per cápita (US\$ a precios actuales)

V2. Emisiones de CO2 (kg por US\$ del PIB de 2010)

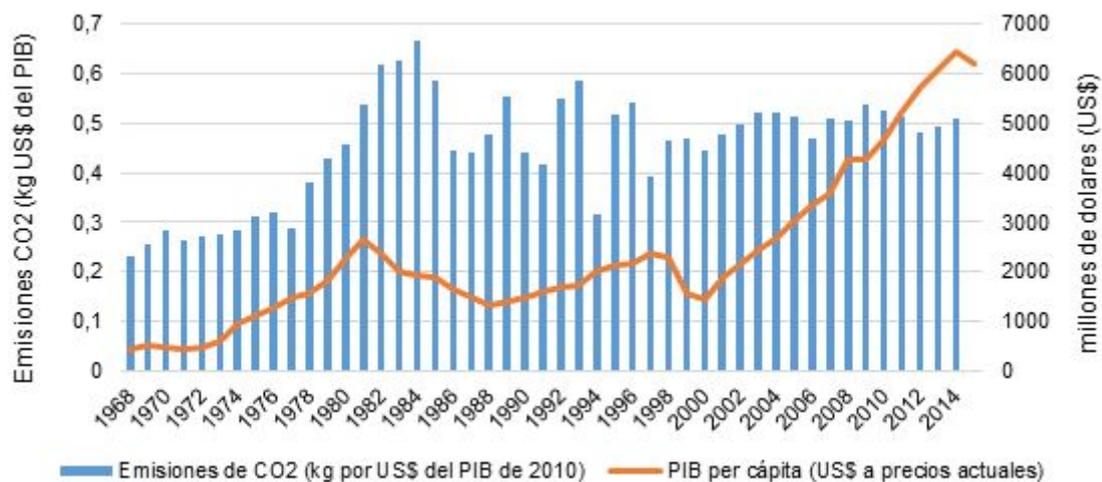
V3. Emisiones de CO2 (ton)

V4. Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)

V4. Emisiones agrícolas de gas metano (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2)

V5. Emisiones agrícolas de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2)

En la figura 2 se observa que entre los años 1999 y 2001 se produjo una disminución de las emisiones del CO2 producto de la crisis económica de 1998 que condujo a la dolarización de la economía ecuatoriana, incidiendo en un bajón en todos los sectores económicos como lo expresa (Bonilla-Montero 2016). Otros factores que incidieron en decrecimiento puntuales en la emisiones de CO2 son el fenómeno de El Niño como lo expresa Cabrera et al. (2016), que afectó al sector primario como la agricultura.



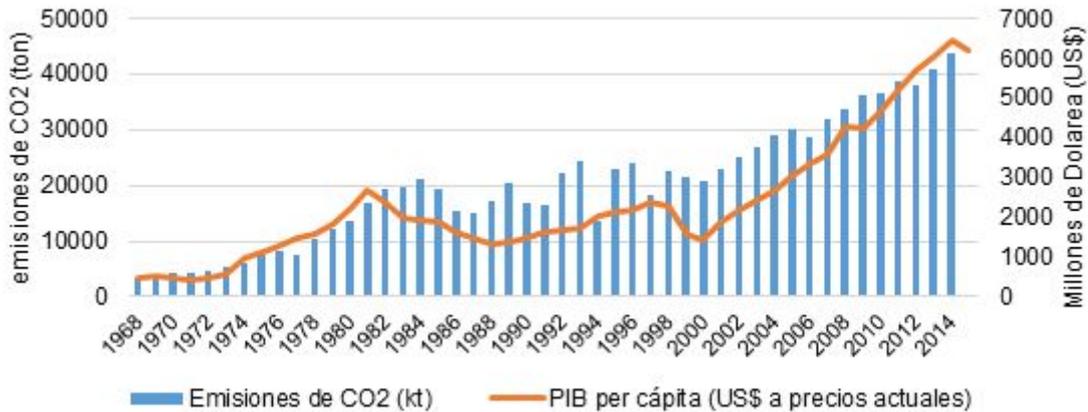


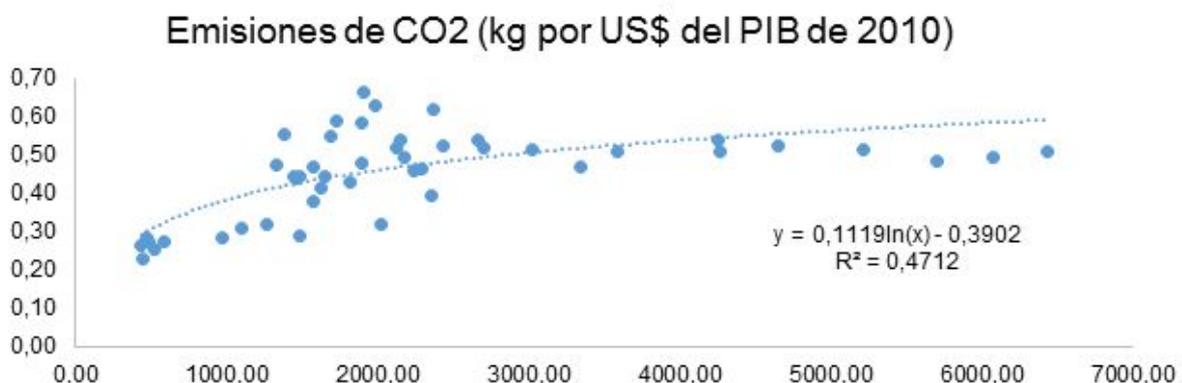
Figura 2.- Comparación de emisiones de CO2 y PIB

Fuente: Banco Mundial (2017)

Elaboró: Roberto Cuesta

La regresión lineal simple de tipo logarítmica fue elaborado para establecer una relación entre las emisiones de CO2 y el PIB como variables independiente (Figura 3), indica un  $R^2$  de 0,4712 entre emisiones de CO2 por kg del gas y dólares del PIB como la menor coeficiente de regresión, a diferencia del total de CO2 emitido con un  $R^2$  de 0,8367, seguido del  $R^2$  obtenido del CO2 emitido por cápita con 0,8110.

Las curvas de tipo logarítmicas mantienen una curvatura típica de Kuznets donde el incremento de las emisiones se relaciona al aumento de los ingresos del PIB. Labandeira, León, y Vázquez (2007) expresa que la curva debe decrecer a medida que aumente la generación de servicio fenómeno observados en países del norte europeo y en Estados Unidos.



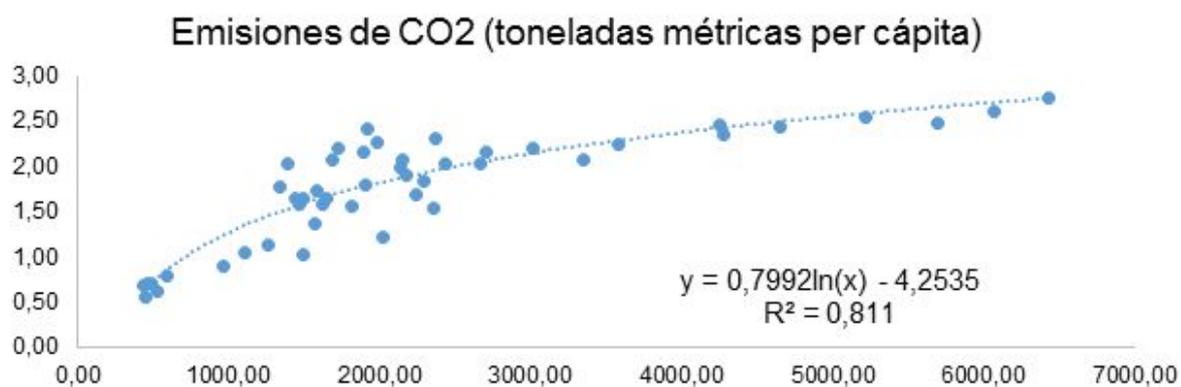
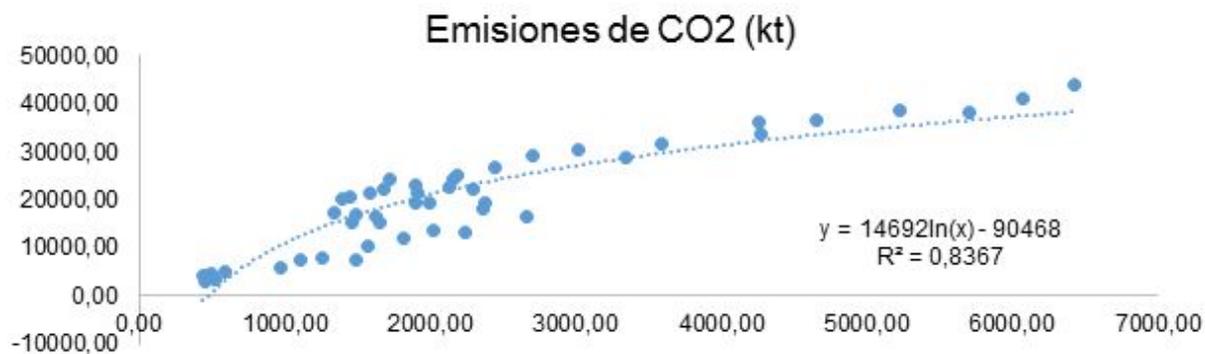


Figura 3.- Regresión lineal simple entre el PIB del Ecuador y las emisiones de CO2 totales y en toneladas métricas per cápita.

Fuente: Banco Mundial (2017)

Elaboró: Roberto Cuesta

## **CONCLUSIONES**

La revisión sistemática de la literatura indicó un aumento en las publicaciones sobre la CKT y que las variables para conformar la hipótesis con la que se construye son el PIB per cápita y las emisiones de GEI con especial interés en el CO<sub>2</sub> por ser el gas con mayor acumulación en la atmósfera.

Se logró comprobar, mediante regresiones simple que existe una relación en forma de U invertida, entre las variables Co<sub>2</sub> y PIB per cápita. Lo que sugiere una existencia de la curva de Kuznets para el Ecuador. Confirmando la que a mayor crecimiento del PIB per cápita, estamos presentando un aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda compara la CKT con otros países latinoamericanos con los resultados obtenidos para Ecuador, así como establecer otros indicadores como el crecimiento de la superficie cosechada y sus emisiones para indicar cuánto incide las emisiones de GEI en el desarrollo agrícola del país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Peralta, Antonio Ismael, Juan Antonio Leos Rodriguez, Uriel Figueroa Viramontes, and Jose Luis Romo Lozano. 2016. "Systematic Review: Environmental Assessment in Agriculture." *Revista De Ciencias Sociales-Costa Rica* 2016 (152): 89–105.
- Ahmed, Khalid, and Wei Long. 2012. "Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis." *Procedia Economics and Finance* 1 (12): 4–13. doi:10.1016/S2212-5671(12)00003-2.
- Almeida, Alejandro, and Veronica Artola. 2013. "Crecimiento Económico Y Medio Ambiente: La Curva Ambiental de Kuznets Para El Ecuador En El Periodo 1970 – 2010." Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Bonilla-Montero, María. 2016. "Evidencia de La Curva de Kuznets Para El Ecuador." Universidad San Francisco.
- Cabrera, Kennedy, Jennifer Arce, Yelena Vega, and Eduardo Luna. 2016. "Análisis Económico Del Sector Bananero Y Su Relación Con El Niño Oscilación Del Sur ( ENOS ) En La Provincia de El Oro." *Revista Tecnológica ESPOL* 29 (2): 115–23.
- Catalán, Horacio. 2014. "Curva Ambiental de Kuznets: Implicaciones Para Un Crecimiento Sustentable." *Economía Informa* 389 (November): 19–37. doi:10.1016/S0185-0849(14)72172-3.
- García, Francisco. 2003. "Análisis Del Sector Camaronero." In *Apunte de Economía*, 29:1–60.
- Grossman, G, and A Krueger. 1991. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement." *NBER*.
- He, Jie, and Hua Wang. 2012. "Economic Structure, Development Policy and Environmental Quality: An Empirical Analysis of Environmental Kuznets Curves with Chinese Municipal Data." *Ecological Economics* 76 (April): 49–59. doi:10.1016/j.ecolecon.2012.01.014.
- Labandeira, Xavier, Carmelo León, and Maria Xosé Vázquez. 2007. *Economía Ambiental*. Pearson Educación. Madrid: Pearson. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo62.htm>.
- Latruffe, Laure, Ambre Diazabakana, Christian Bockstaller, Yann Desjeux, John Finn, Edel Kelly, Mary Ryan, and Sandra Uthes. 2016. "Measurement of Sustainability in Agriculture: A Review of Indicators." *Studies in Agricultural Economics* 118 (3): 123–30. doi:10.7896/j.1624.

- Martínez-Jiménez, Diego, and Gregory Varela-Veliz. 2016. "Determinantes de La Curva Ambiental de Kuznets En Ecuador Y Colombia." *Investigación, Tecnología E Innovación*, no. 1: 15–39.
- Monteros- Guerrero, A., and S. Salvador-Sarauz. 2015. "Panorama Agroeconómico Del Ecuador Una Visión Del 2015." Quito. [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/panorama\\_agroeconomico\\_ecuador2015.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/panorama_agroeconomico_ecuador2015.pdf).
- Panayotou, T. 2003. "Economic Development and the Environment." Harvard University and Cyprus International Institute of Management.
- Rentería, Victor, Elisa Toledo, Diana Bravo-Benavides, and Diego Ochoa-Jiménez. 2016. "Relación Entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico Y Consumo de Energía. El Caso de Ecuador 1971-2010." *Revista Politécnica* 38 (1). [http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion\\_entr\\_e\\_Emisiones\\_Contaminantes\\_Crecimiento\\_Economico\\_y\\_Consumo\\_de\\_EnergiaE\\_l\\_caso\\_de\\_Ecuador\\_1.pdf](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion_entr_e_Emisiones_Contaminantes_Crecimiento_Economico_y_Consumo_de_EnergiaE_l_caso_de_Ecuador_1.pdf).
- Rentería, Victor, Elisa Toledo, Diana Bravo, and Diego Ochoa. 2016. "Relación Entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico Y Consumo de Energía. El Caso de Ecuador 1971-2010." *Buenos Aires* 38 (1). [http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion\\_entr\\_e\\_Emisiones\\_Contaminantes\\_Crecimiento\\_Economico\\_y\\_Consumo\\_de\\_EnergiaE\\_l\\_caso\\_de\\_Ecuador\\_1.pdf](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion_entr_e_Emisiones_Contaminantes_Crecimiento_Economico_y_Consumo_de_EnergiaE_l_caso_de_Ecuador_1.pdf).
- Robalino-López, Andrés, José-Enrique García-Ramos, Antonio A. Golpe, and Ángel Mena-Nieto. 2014. "System Dynamics Modelling and the Environmental Kuznets Curve in Ecuador (1980–2025)." *Energy Policy* 67: 923–31. doi:10.1016/j.enpol.2013.12.003.
- Robalino-López, Andrés, Ángel Mena-Nieto, José Enrique García-Ramos, and Antonio A Golpe. 2015. "Studying the Relationship between Economic Growth, CO 2 Emissions, and the Environmental Kuznets Curve in Venezuela (1980–2025)." *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 41: 602–14.
- Salas-Zapata, Walter, Leonardo Ríos-Osorio, and Jaiberth Cardona-Arias. 2016. "Características Metodológicas de La Ciencia de La Sostenibilidad: Revisión Sistemática." Medellin, Colombia. doi:10.1519/JSC.0000000000001427.
- Shafik, N, and S Bandyopadhyay. 1992. "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. Background Paper for the World Development Report 1992." *Policy Research Working Paper* 904. Washington DC.

- Yaduma, Natina, Mika Kortelainen, and Ada Wossink. 2015. "The Environmental Kuznets Curve at Different Levels of Economic Development: A Counterfactual Quantile Regression Analysis for CO 2 Emissions." *Journal of Environmental Economics and Policy* 4 (3): 278–303. doi:10.1080/21606544.2015.1004118.
- Zilio, Mariana I. 2012. "Curva de Kuznets Ambiental: La Validez de Sus Fundamentos En Países En Desarrollo." *Cuadernos de Economía* 35 (97): 43–54. doi:10.1016/S0210-0266(12)70022-5.

## ANEXO

Tabla 4.- Serie de tiempo de PIB y emisiones de CO2, CH4 y NO2 del Ecuador

año	PIB per cápita (US\$ a precios actuales)	Emisiones de CO2 (kg por US\$ del PIB de 2010)	Emisiones de CO2 (ton)	Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)	Emisiones agrícolas de gas metano (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2)	Emisiones agrícolas de óxido nítrico (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2)
1968	450,57	0,23	3116,95	0,54		
1969	527,50	0,25	3593,66	0,61		
1970	471,39	0,28	4283,06	0,71	4121,80	1703,85
1971	440,76	0,26	4224,38	0,68	3774,90	1605,97
1972	495,59	0,27	4594,75	0,71	4171,29	1714,30
1973	588,60	0,27	5262,15	0,80	4183,85	1803,78
1974	970,74	0,29	6090,89	0,90	4448,54	1823,97
1975	1106,52	0,31	7363,34	1,05	4735,76	1847,38
1976	1266,39	0,32	8111,40	1,13	4884,96	2125,27
1977	1495,25	0,29	7484,35	1,01	4773,61	2246,31
1978	1574,56	0,38	10425,28	1,38	4626,28	2183,31
1979	1823,72	0,43	12167,11	1,57	4972,18	2308,51
1980	2241,79	0,46	13443,22	1,69	5286,66	2401,11
1981	2665,31	0,54	16692,18	2,04	5426,77	2397,76
1982	2374,60	0,62	19288,42	2,30	5553,37	2473,15
1983	1993,03	0,63	19556,11	2,27	5314,03	2568,98
1984	1916,70	0,66	21257,60	2,41	5994,95	2671,00

1985	1895,77	0,58	19431,43	2,15	6195,78	2544,43
1986	1651,49	0,44	15276,72	1,65	6696,12	2413,87
1987	1467,30	0,44	15115,37	1,59	7138,13	2475,71
1988	1340,14	0,48	17271,57	1,77	7231,45	2555,02
1989	1392,23	0,55	20267,51	2,03	7253,92	2728,20
1990	1491,40	0,44	16827,86	1,65	7280,92	2718,51
1991	1623,99	0,42	16497,83	1,58	7732,47	2881,65
1992	1690,16	0,55	22280,69	2,08	8267,21	3026,67
1993	1729,37	0,59	24205,87	2,21	8884,70	3231,52
1994	2028,20	0,32	13652,24	1,22	9365,91	3400,01
1995	2135,63	0,52	22841,74	2,00	9712,62	3516,09
1996	2159,15	0,54	24191,20	2,07	9742,67	3644,12
1997	2361,60	0,39	18360,67	1,54	9198,25	3858,04
1998	2300,41	0,47	22460,38	1,85	9069,82	3724,93
1999	1584,46	0,47	21495,95	1,73	9166,52	3464,97
2000	1451,29	0,45	20718,55	1,64	8367,79	3508,32
2001	1903,74	0,48	23116,77	1,80	8695,25	3700,32
2002	2183,97	0,50	24950,27	1,91	8412,76	3778,80
2003	2440,47	0,52	26967,12	2,03	9548,23	3828,79
2004	2708,56	0,52	29046,31	2,15	10233,40	3932,66
2005	3021,94	0,51	30263,75	2,20	9892,21	3878,48
2006	3350,79	0,47	28859,29	2,07	9911,16	3866,03
2007	3590,72	0,51	31888,23	2,24	9703,82	3858,62

2008	4274,95	0,51	33868,41	2,34	9605,99	3845,98
2009	4255,57	0,54	36068,61	2,46		
2010	4657,30	0,52	36460,98	2,44		
2011	5223,35	0,51	38609,84	2,54		
2012	5702,10	0,48	38140,47	2,47		
2013	6074,09	0,49	40997,06	2,62		
2014	6432,22	0,51	43919,66	2,76		
2015	6205,06					
2016	5968,98					