



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE
LOS RECURSOS NATURALES**

TESIS.

LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS, EL CASO MÉXICO.

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE: MAESTRO EN CIENCIAS
EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES.**

PRESENTA:

JUAN OSWALDO CERVANTES LUNA.

DIRECTOR:

DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ.

CHAPINGO, MÉXICO, A JULIO DE 2017.



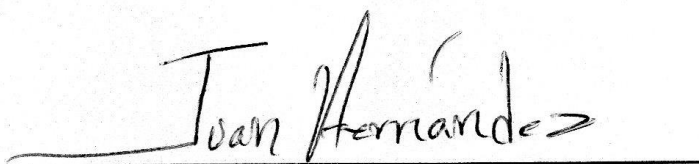
**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**



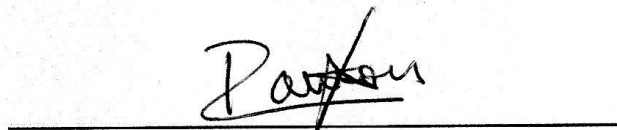
LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS, EL CASO MÉXICO.

Tesis realizada por el ING. JUAN OSWALDO CERVANTES LUNA, bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

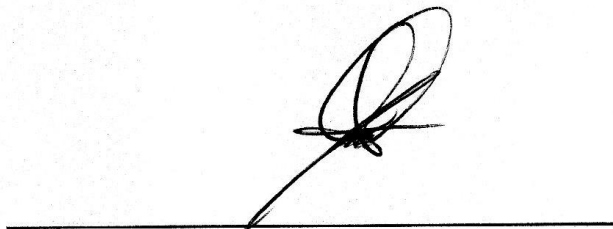
**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA
Y DE LOS RECURSOS NATURALES.**

A handwritten signature in black ink, reading "Juan Hernández", written over a horizontal line.

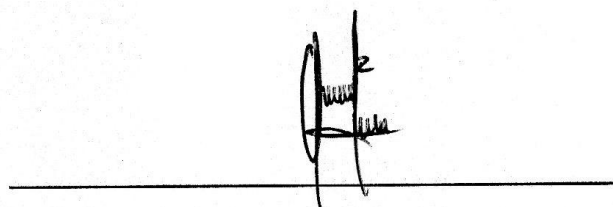
DIRECTOR: DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ.

A handwritten signature in black ink, reading "Ramón", written over a horizontal line.

ASESOR: DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Fermín", written over a horizontal line.

ASESOR: DR. FERMÍN SANDOVAL ROMERO.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", written over a horizontal line.

ASESOR: DR. FRANCISCO GERARDO GUTIÉRREZ GARCÍA.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado y la División de Ciencias Económico Administrativas por permitirme realizar mis estudios.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz, por su amistad, sus sugerencias y apoyo en mi formación académica.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá por sus múltiples observaciones para la elaboración de este documento y su amistad.

Al Dr. Fermín Sandoval Romero, por su amistad, su valioso tiempo brindado y sus útiles observaciones para la elaboración de este documento.

Al Dr. Francisco Gerardo Gutiérrez García, por su amistad, su valioso tiempo y por las asesorías brindadas en la elaboración de esta tesis.

A todos mis profesores por sus enseñanzas durante los dos años de mi estancia en la maestría.

Y a todas aquellas personas que de una manera u otra contribuyeron en la realización de mi trabajo de tesis.

DEDICATORIAS

A mis padres, el Sr. Juan Cervantes Aguiñaga y la Sra. Ana María Luna Zavala; gracias por sus sabios consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos Saúl y Noel Salomón Cervantes Luna por todos los momentos que hemos compartido y su apoyo... Gracias por todo.

A mi tío el Ing. Martin Gerardo Salgado Avalos, por todos sus consejos y apoyo brindado, siempre lo llevaré conmigo... Gracias por la confianza puesta en mí.

A todos mis familiares, tíos, tías, primos y primas, no los menciono a todos puesto que no terminaría de mencionarlos, en especial a mi tío Manuel, mi tía Martha y mis primos Asbel, Hussein y Yutsill Salgado Luna, gracias por su apoyo y todos los momentos juntos.

A mis sobrinos Said y Mariángel Salgado Rangel, por las alegrías y corajes que nos hacen pasar, son la luz de la casa.

A Mayra por el tiempo compartido juntos y el apoyo brindado.

A mis amigos que más que amigos se convirtieron en mis hermanos, Marco Antonio Delgadillo, José Luis Victoria, José Inés, David Rentería, los hermanos Fermín y José Domingo Sandoval Romero, a los del Equipo de Béisbol los Toros Salvajes Chapingo; Leonel y Yamil, y a todos que por el momento se me pudieran escapar de mencionar. Gracias por su apoyo, amistad y compañía en mi estancia en Chapingo.

DATOS BIOGRÁFICOS



Juan Oswaldo Cervantes Luna nació en el estado de Guanajuato en el municipio de San Felipe el 4 de enero de 1989, con CURP CELJ890104HGTRNN00. Lugar donde realizó sus estudios de primaria y secundaria, en el año del 2004 ingreso a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, obtuvo su cartilla militar con número C-9603677 y posteriormente en el periodo de 2007-2011 curso la Licenciatura de Ingeniero Agroindustrial, en el departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo, obteniendo su cedula con número 8034228. En el año de 2015 ingreso a la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, de la División de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad Autónoma Chapingo.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.- OBJETIVOS	4
3.1.- GENERAL	4
3.2.- PARTICULARES	5
4.- HIPÓTESIS.....	5
5.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
6.- MARCO TEÓRICO.....	11
6.1.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS.....	11
6.2.- EXPLICACIONES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS	14
6.3.- EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES	16
6.4.- PANORAMA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO.....	17
6.5.- GASES DE EFECTO INVERNADERO	20
6.6.- INDICADORES ECONÓMICOS	24
7.- MATERIALES Y MÉTODOS	27
7.1.- DATOS.....	27
7.2.- MODELOS DE REGRESION	28
7.3.- MODELO EMPÍRICO	30
7.4.- SIGNOS ESPERADOS.....	31
8.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
8.1.- CURVA MEDIO AMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	33
8.1.1.- MODELO LINEAL PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	33
8.1.2.- MODELO CUADRATICO PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	36
8.1.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	39
8.2.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL METANO (CH ₄).....	42
8.2.1.- MODELO LINEAL PARA EL METANO (CH ₄).....	42
8.2.2.- MODELO CUADRATICO PARA METANO (CH ₄).....	46
8.2.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA METANO (CH ₄).....	49

8.3.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL OXIDO NITROSO (N_2O)	52
8.3.1. MODELO LINEAL PARA EL OXIDO NITROSO (N_2O).....	52
8.3.2.- MODELO CUADRATICO PARA EL OXIDO NITROSO (N_2O)	56
8.3.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA EL OXIDO NITROSO (N_2O)	59
9.- CONCLUSIONES	63
10.- BIBLIOGRAFÍA.	66
11.- ANEXOS	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Resultados del modelo lineal para dióxido de carbono (CO_2).	35
Cuadro 2.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para dióxido de carbono (CO_2).	35
Cuadro 3.- Coeficientes de las variables del modelo lineal para dióxido de carbono (CO_2).	36
Cuadro 4.- Resultados del modelo cuadrático de regresión para dióxido de carbono (CO_2).	38
Cuadro 5.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para dióxido de carbono (CO_2).	38
Cuadro 6.- Coeficientes para las variables en el modelo cuadrático para dióxido de carbono (CO_2).	39
Cuadro 7.- Resultados de la regresión logarítmica para dióxido de carbono (CO_2).	41
Cuadro 8.- Resultados del análisis de varianza del modelo logarítmico para dióxido de carbono (CO_2).	42
Cuadro 9.- Coeficientes de las variables del modelo logarítmico para el dióxido de carbono (CO_2).	42
Cuadro 10.- Resultados de la regresión lineal para metano (CH_4).	45
Cuadro 11.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para el metano (CH_4).	45
Cuadro 12.- Coeficiente de las variables del modelo lineal para metano (CH_4).	46
Cuadro 13.- Resultados del modelo Cuadrático para Metano (CH_4).	48
Cuadro 14.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para el metano (CH_4).	49
Cuadro 15.- Coeficientes para las variables del modelo cuadrático para metano (CH_4).	49
Cuadro 16.- Resultados del modelo logarítmico para Metano (CH_4).	51
Cuadro 17.- Resultados del análisis de varianza del modelo logarítmico para el metano (CH_4).	52
Cuadro 18.- Coeficientes de las variables para el modelo logarítmico para el Metano (CH_4).	52
Cuadro 19.- Resultados del modelo lineal para el óxido nitroso (N_2O).	55
Cuadro 20.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para el óxido nitroso (N_2O).	55
Cuadro 21.- Coeficientes para las variables del modelo lineal para el óxido nitroso (N_2O).	56
Cuadro 22.- Resultados del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N_2O).	58
Cuadro 23.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N_2O).	59
Cuadro 24.- Coeficientes para el modelo cuadrático para el óxido nitroso (N_2O).	59
Cuadro 25.- Resultados del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N_2O).	62
Cuadro 26.- Resultados del análisis de varianza del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N_2O).	62
Cuadro 27.- Coeficientes para las variables del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N_2O).	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Kuznets ambiental.	12
Figura 2.- Porcentaje de emisiones de CO ₂ de la población mundial.	22
Figura 3.- Grafica del modelo lineal para el Dióxido de carbono (CO ₂).....	35
Figura 4.- Grafica del modelo cuadrático para el Dióxido de Carbono (CO ₂).	38
Figura 5.- Grafica del modelo logarítmico para el dióxido de carbono (CO ₂).	41
Figura 6.- Grafica del modelo lineal para metano (CH ₄).	45
Figura 7.- Grafica del modelo cuadrático para metano (CH ₄).	48
Figura 8.- Grafica del modelo logarítmico para el metano (CH ₄).	51
Figura 9.- Gráfica del modelo lineal para óxido nitroso (N ₂ O).	55
Figura 10.- Grafica del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N ₂ O).	58
Figura 11.- Grafica del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N ₂ O).	61

LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS, EL CASO MÉXICO.

THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE, THE MEXICO CASE.

Juan Oswaldo Cervantes Luna¹. Juan Hernández Ortiz².

Resumen

Existe una corriente de pensamiento que sostiene que la calidad del medio ambiente sólo puede mejorarse escapando de la etapa de industrialización necesaria para alcanzar un buen desarrollo económico. En el presente trabajo partiendo de la premisa de que el crecimiento económico es la enfermedad pero también la cura en el problema de la calidad ambiental, se aborda la hipótesis de la Curva Medioambiental de Kuznets, misma que sostiene que la degradación medioambiental aumenta en las primeras fases del desarrollo económico pero disminuye en las etapas posteriores perfilando así un patrón similar a la relación en forma de campana entre desigualdad y renta per cápita establecida por Kuznets. En este trabajo se realizó la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel nacional con datos de 1985 al 2015, particularmente de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), en función de las variables explicativas población, PIB per cápita, índice de corrupción, gasto en protección ambiental, el coeficiente de GINI y la libertad monetaria, mismas que influyen sobre la calidad del medio ambiente. Finalmente, se concluye que México se encuentra en la fase creciente de la Curva Medioambiental de Kuznets, es decir que todo crecimiento económico se traduce en una mayor degradación ambiental, excepto por el caso del óxido nitroso, el cual se muestra en la fase decreciente de la curva medioambiental, lo que indica que para el caso de este contaminante todo aquel crecimiento económico se traduce en una disminución de la degradación ambiental.

Palabras clave: Kuznets, medioambiental, desarrollo económico, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso.

Abstract

There is a school of thought that argues that the quality of the environment can only be improved by evading the industrializing process needed to reach a high economic development. In this study, starting from the premise that says economic growth is the disease but also the cure for the environmental quality problem, we address the Environmental Kuznets Curve hypothesis, which asserts that environmental degradation increases during the initial phases of economic development but decreases at later stages, thus drawing a pattern similar to the bell-shaped relationship between inequality and per capita income established by Kuznets. For this work, we performed a national scale evaluation, with data from the period between 1985 and 2015, of greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O), as a function of explanatory variables such as population, GDP (Gross Domestic Product) per capita, corruption index, environmental protection expenditure, GINI index and monetary freedom, all of which influence environmental quality. Finally, we conclude that Mexico stands at the increasing stage of Environmental Kuznets Curve, meaning that any economic growth results in a greater degradation of the environment, except in the case of nitrous oxide, which appears to be at the decreasing phase of the environmental curve, indicating that, in the case of this pollutant, any economic growth represents a reduction in environmental degradation.

Keywords: Kuznets, environmental, economic development, carbon dioxide, methane, nitrous oxide

¹Estudiante del programa de Maestría de la división de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo juanoswaldocervantes@gmail.com; ²Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo jhdzo@yahoo.com.mx.

1.- INTRODUCCIÓN

En los años más recientes se ha dado un interés cada vez más grande, por el creciente grado de deterioro del medio ambiente, generado principalmente por el crecimiento de la actividad económica, a partir de la utilización del medio ambiente y de los recursos naturales.

Cada vez más personas están tomando en consideración el grave impacto que sus acciones generan sobre el medio ambiente, que afectan tanto a la población actual como a la futura.

El desarrollo sustentable de una nación implica cubrir las necesidades de la población tanto como la presente, así como garantizar que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades de satisfacer sus necesidades, tanto en el ámbito económico, ambiental y social.

Todo desarrollo sustentable debe de cumplir con las características de ser:

- Económicamente viable.
- Socialmente deseable.
- Ambientalmente sostenible.

El crecimiento económico implica mayores ingresos y mayor generación de residuos por la producción y consumo de materias primas, energía y bienes por la población lo que se traduce en un mayor deterioro ambiental.

Por otra parte las mejoras tecnológicas y cambios en las preferencias del consumidor pueden dar lugar a que el impacto ambiental sea cada vez menor.

Existen visiones que afirman la existencia de una relación positiva entre crecimiento económico y calidad ambiental, de forma que el desarrollo económico puede ser la cura de la propia enfermedad que está generando (Pearson, 1994).

Este nuevo argumento en la relación entre desarrollo económico y medio ambiente, que permite conciliar la preocupación por la sostenibilidad con la búsqueda del

crecimiento, se inicia a principios de la década de los noventa, y es conocido en la literatura como la “Curva Ambiental de Kuznets” (CAK).

La hipótesis es que, la degradación medioambiental aumenta en las primeras fases del desarrollo económico pero disminuye en las etapas posteriores perfilando así un patrón similar a la relación en forma de campana establecida por Kuznets, entre desigualdad y renta per cápita.

En el presente trabajo se pretende evaluar si la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets es válida para México, entre varios contaminantes y el desarrollo económico de México.

Lo que se espera es que la hipótesis planteada por la curva de Kuznets, resulte válida para los datos de México, pero que este se encuentra en la primera fase de la curva, es decir que se encuentre en la fase creciente o lo que es lo mismo que todo crecimiento económico se está traduciendo en una mayor emisión de contaminantes y, por la tanto, en una mayor contaminación frente a una tendencia positiva del crecimiento económico.

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático está indisolublemente unido a la desigualdad económica: se trata de una crisis impulsada por las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los ricos, pero que afecta fundamentalmente a los más pobres.

Generalmente se piensa que la calidad del medio ambiente sólo puede mejorarse escapando del proceso de industrialización; en ese sentido, de acuerdo con Komen, Gerking y Folmer (1997) las economías ricas pueden invertir una mayor cantidad de recursos en investigación y desarrollo, lo que se traduce en avance tecnológico que permite remplazar tecnologías obsoletas por otras más compatibles con el medio ambiente.

De acuerdo con Gómez-López (2011), la hipótesis que sustenta la aceptación de la CAK para algunas variables medio ambientales (MA), es posible observar una serie de consecuencias importantes:

- i) Es inevitable la existencia de una degradación ambiental “parcial” para las economías en desarrollo, particularmente durante el inicio del proceso de industrialización.
- ii) Cuando una economía alcanza un ingreso per-cápita dado, el crecimiento económico ayuda a disminuir el daño ambiental causado.

En este contexto, si el crecimiento económico es un elemento que permite el mejoramiento del medio ambiente, entonces las políticas que estimulan el crecimiento también deben ser buenas para proteger el entorno ambiental. Así pues, el crecimiento del PIB crea las condiciones necesarias para mejorar el medio ambiente al estimular la demanda por mejorar la calidad medioambiental. En este último punto, Roca (2003) afirma que una vez que el ingreso alcanza cierto monto, la disponibilidad a pagar por un medio ambiente más limpio aumenta en una mayor proporción que el ingreso.

El proceso de crecimiento económico continúa hasta que la esperanza de vida aumenta, mejora la calidad del agua y el aire, y se genera un hábitat más limpio y mejor percibido para las decisiones de los individuos acerca de cómo gastar sus ingresos (disponibilidad a pagar). Posteriormente y una vez superado el crecimiento industrial, se combinan las tecnologías, la información y los servicios, lo que incide positivamente en la mejora de la calidad ambiental.

3.- OBJETIVOS

3.1.- GENERAL

-  Estimar la curva ambiental de Kuznets para las emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso en México durante los últimos 31 años.

3.2.- PARTICULARES

- 🇺🇸 Investigar si la relación crecimiento económico (PIB) y contaminantes se comportan de acuerdo a la hipótesis de la curva de Kuznets Ambiental en México.
- 🇺🇸 Explorar en qué fase de la curva de KA se encuentra la relación Contaminantes vs PIB en México.

4.- HIPÓTESIS

- En las primeras fases del desarrollo económico existe mayor deterioro ambiental, pero disminuye en las fases siguientes, consiguiendo una curva de forma de una U invertida.
- Se espera que el caso de México se encuentre en la etapa creciente de la Curva Ambiental de Kuznets. Por lo tanto todo crecimiento económico se traduce en un mayor deterioro ambiental.

5.- REVISIÓN DE LITERATURA

Correa R. Francisco, et al. (2005). Basados en una evidencia empírica, este estudio explora la validez de la hipótesis de la Curva Medio Ambiental de Kuznets para Colombia, analizando las emisiones de SO₂ (dióxido de azufre), CO₂ (dióxido de carbono) y DBO (demanda biológica de oxígeno) y adicionalmente el impacto de variables como el ingreso per cápita, la distribución del ingreso, y las libertades políticas generan sobre el medio ambiente.

Utiliza un modelo de regresión para el procesamiento de los datos de cada uno de los contaminantes, para analizarlos por separado y obtener conclusiones así como modelos de la curva medio ambiental de Kuznets para cada uno de ellos, en este estudio se encontró que Colombia se encuentra en la parte creciente de la curva de

Kuznets, lo que quiere decir que todo crecimiento económico se traduce en un mayor deterioro ambiental.

Kochi, Ikuho, y Medina L., Patricia (2013). Este estudio estima los factores determinantes de los niveles de emisión de dióxido de azufre (SO_2) utilizando modelos estructurales con datos de panel a nivel estatal en México. El modelo se calcula para las emisiones de SO_2 de diferentes fuentes de contaminación, en concreto, fuentes de la industria, pequeñas empresas y fuentes que representan las emisiones de los automóviles. Los factores socioeconómicos considerados en los modelos estructurales son; la composición económica, la calidad de las instituciones, la desigualdad de los ingresos, la apertura comercial, la heterogeneidad geográfica, la tendencia del tiempo y los ingresos per cápita.

Como se menciona arriba utiliza un modelo estructural con datos de panel de 1999 a 2005 en México. Generalmente hay dos enfoques para analizar datos de panel. Un enfoque incluye el modelo de efectos aleatorios, y el otro incluye los efectos fijos o el primer modelo diferenciado.

Leigh Raymond (2004). A raíz de la hipótesis con respecto a la desigualdad del ingreso hecha por el economista Simon Kuznets, la curva ambiental de Kuznets se ofrece a veces como una justificación para fomentar el crecimiento económico como la mejor opción de política ambiental. En este artículo se Analiza la pertinencia de tomar como sustento a la CAK como una guía para la formulación de política ambiental. Prueba los argumentos teóricos avanzados por Arrow y otros, aprovechando una amplia gama de datos internacionales recogidos en el proyecto del índice de sostenibilidad ambiental.

Debido a que se ha planteado la hipótesis de que la relación entre ingresos y calidad ambiental es una función lineal y no lineal del ingreso en diferentes contextos y estudios, este análisis probó varias formas funcionales al realizar las regresiones. Se

incluyeron términos cuadráticos y cúbicos para probar la presencia de puntos de inflexión en la relación. También se incluyó una función logarítmica, ya que se ha comprobado que una serie de medidas de calidad ambiental y bienestar humano aumentan dramáticamente con los ingresos inicialmente y luego se nivelan en estratos más altos de riqueza.

Figuerola B. Eugenio y Pastén C. Roberto (2009). Los autores utilizan el modelo de coeficientes aleatorios y estiman empíricamente la CAK para dióxido de azufre con puntos de inflexión específicos de una muestra de 73 países de ingresos altos y bajos. Hay grandes diferencias entre los puntos de inflexión estimados de las CAK para los diferentes países de la muestra.

Lo que al final hacen estos autores solo es comparar los puntos de inflexión para dar un contrates entre los países de altos y bajos ingresos, y ver la pertinencia de tomar los mismo parámetros para la estimación de la curva ambiental de Kuznets para estos países.

Arraes, Ronaldo, et al. (2006). Esta investigación se distingue por contribuir a la explicación de los factores relacionados con el desarrollo económico. Es una investigación de la curva ambiental de Kuznets, para Gran Bretaña y Alemania tomando en cuenta el ingreso per cápita, la alfabetización y mortalidad y relacionándolos con CO₂ y expectativa de vida.

La cuestión es si el crecimiento económico en sí genera una protección del medio ambiente automático, frente al desarrollo sostenible. A partir de los datos de panel para los países, parece que las variables que denotan el desarrollo sostenible tienen una débil relación con el PIB per cápita, como su representación para la CAK. Hay evidencia de curvas ambientales con forma cúbica, lo que indica que el fenómeno puede ser cíclico, rechazando por tanto, la CAK original, y todos los indicadores de

desarrollo seleccionados apuntan a las diferencias entre los países, a excepción sólo para el indicador relacionado con la educación.

Utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios y una ecuación cubica para la regresión de los datos.

Catalán, Horacio. (2014). En este trabajo su principal objetivo es el de comprobar empíricamente la existencia de la curva medioambiental de Kuznets, para un conjunto de 144 países utilizando técnicas de estimación de datos de panel, para el periodo de 1990 a 2010.

Se toma variable de deterioro ambiental el nivel de emisiones de dióxido de carbono. Y la variable de ingresos es aproximado por el PIB per cápita medido en dólares del 2005. Se realizan las estimaciones por medio de mínimos cuadrados ordinarios, efectos fijos utilizando transformación within, efectos aleatorios por FGLS, estimación Between y en primeras diferencias.

Se obtuvo una curva en forma de N lo que indica que los beneficios que se puedan lograr, en cuanto a la disminución de emisiones de CO₂, debido a un mayor crecimiento económico y un aumento en la eficiencia tecnológica. Esto implica que, en un rango de bajos niveles de ingreso per cápita la relación creciente cambia a decreciente en un punto de inflexión, pero después de cierto nivel de ingreso, la relación entre ambas variables es positiva y posteriormente se mantiene constante.

Hernández, Noé Luis y Pasquesi Hill, Cullen (2012). Este trabajo se realizan estimaciones empíricas de la curva medioambiental de Kuznets utilizando una muestra de datos de panel, balanceado para 17 países de América Latina para datos de 1980 hasta 2009, utilizando las emisiones de CO₂, incorporando el impacto de la apertura comercial y la densidad de la población al modelo.

Los resultados empíricos indican que América Latina se encuentra todavía en el lado ascendente de la hipérbola negativa. El estimado del PIB per cápita necesario para alcanzar el nivel en el que la contaminación empezará a disminuir se estima en 15.214,40 USD; Esto se calcula tomando la derivada parcial del modelo 8 con respecto al PIB, estableciendo igual a cero y resolviendo para el PIB.

Con el fin de tener una visión más clara de América Latina, se volvió a ejecutar el modelo para cada país para probar una curva en forma de U invertida. Aunque hay evidencia muy fuerte de una curva medioambiental de Kuznets para la región en su conjunto, los resultados del análisis de cada país son mixtos. Puesto que la distribución del CO₂ y el PIB per cápita durante el período de tiempo no sigue la misma tendencia en todos los países.

Zilio, Mariana (2012). Esta investigación cuestiona la incorporación de las emisiones de CO₂ provenientes de la industria de generación de energía eléctrica, al contraste de la hipótesis de la Curva de Kuznets de Carbono.

Analiza una muestra compuesta por nueve países con mayor desarrollo relativo en América Latina, no verifica la existencia de una relación estable de largo plazo en el marco de la curva de Kuznets de carbono, y haciendo uso de herramientas estadísticas y econométricas simples arriba a tres conclusiones fundamentales.

En primer término, el análisis descriptivo propuesto indica que en seis de los nueve países de la muestra, no es posible discernir gráficamente ningún vínculo entre las series, y la dispersión es tan elevada que no permite aproximar ninguna relación entre ellas con un mínimo de precisión aceptable.

Por otra parte, la inclusión de las emisiones por generación eléctrica en las series de emisiones de CO₂ empleadas para analizar la validez de la curva ambiental de Kuznets puede conducir a conclusiones erróneas sobre su validez, ya que no evidencian guardar relación con el grado de desarrollo de economías (medido este a través del producto bruto per cápita).

Y por último debido a la no verificación de dicha relación, pierde sentido la recomendación surgida de la aceptación de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, según la cual la mejor y probablemente única manera de mejorar las condiciones ambientales es esperar y crecer económicamente para lograrlo.

Gómez-López, Claudia S., Barrón Arreola, Karla S. y Moreno Moreno Luis (2011). La investigación hace un análisis de la relación entre crecimiento económico y medio ambiente para las 32 entidades federativas de la República Mexicana. La curva ambiental de Kuznets (CAK) sugiere la existencia de una relación entre crecimiento económico y medio ambiente. A medida que las economías disfrutaban un mayor crecimiento económico, se presenta una degradación ambiental y una vez que se alcanza cierto crecimiento, aumenta la disponibilidad a pagar por la conservación del medio ambiente. En este artículo utilizaron el análisis de convergencia por medio de datos de corte transversal y datos de panel, y encontraron que:

- i) Existe β convergencia en árboles plantados, áreas naturales protegidas, licencias ambientales y volumen de tratamiento de aguas en sus niveles per-capital.
- ii) No hay evidencia de σ -convergencia en las variables medio ambientales para los estados de la economía mexicana, excepto en áreas naturales protegidas, árboles plantados y licencias ambientales.
- iii) No existe una relación entre crecimiento económico y aumento en el cuidado de las variables medioambientales, excepto para el volumen de recolección de basura y el volumen de aguas residuales.

Y de acuerdo con sus resultados concluyen que no existe una prioridad en cuanto al medio ambiente dentro de la economía mexicana esto dentro el contexto de la curva medioambiental de Kuznets.

Campo Robledo, Jacobo. y Olivares, Wilmer (2013). En esta investigación se evalúa la relación que existe entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el PIB, para el grupo de países conocido como los CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica), en el período 1985-2007. Para comprobar dichas relaciones se utiliza la metodología de datos de panel no estacionarios, acompañada de pruebas de raíces unitarias y de cointegración. Por los resultados obtenidos se concluye que, en el largo plazo, el crecimiento económico y el consumo de energía son determinantes del calentamiento global a través del incremento en las emisiones de CO₂ para los CIVETS.

Por último, debido a la evidencia empírica que comprueba la existencia de una Curva de Kuznets Ambiental para el grupo de países estudiado, concluyen que es posible demostrar que los incrementos en el PIB per cápita incrementan las emisiones de CO₂, pero a partir de determinado nivel de PIB las emisiones disminuyen.

6.- MARCO TEÓRICO

6.1.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS

El grado de emisión de gases de efecto invernadero está ligado al desarrollo socioeconómico de las naciones acorde con sus esquemas productivos. Bajo la tendencia actual, a corto plazo se espera un acelerado incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Los datos indican que la agricultura en México ha sufrido impactos negativos de este proceso, en términos de incertidumbre climática, y ha causado, junto con otros factores, la emigración del campo de miles de personas. Las consecuencias del cambio climático son cuantificadas en términos de anomalías de precipitación, disponibilidad de agua y disminución en la producción agrícola de acuerdo con modelos de simulación biológica de procesos bajo diferentes escenarios de producción de gases de efecto invernadero (Sánchez-Cohen, et al. 2008).

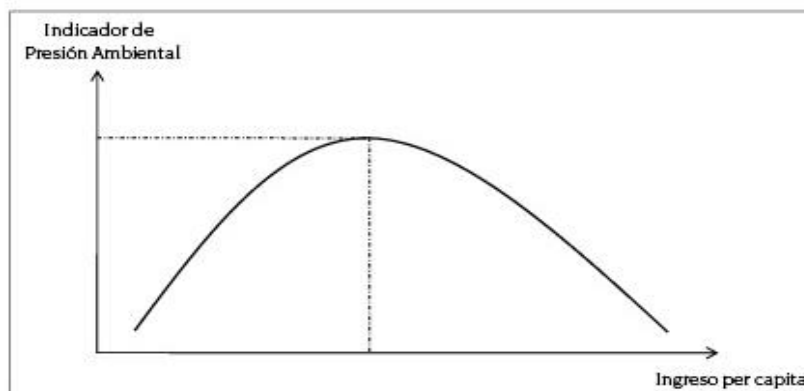
Para comenzar es importante precisar que Simon Kuznets (1901-1985), fue premio Nobel de Economía 1971 y que formuló una teoría para explicar la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente, que permite conciliar la preocupación

por la sostenibilidad con la búsqueda del crecimiento, en los países a través de su proceso de desarrollo (Acuña, 2006).

La hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets explora la relación existente entre crecimiento económico y calidad ambiental, intentando demostrar que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro medio ambiental, pero en el largo plazo, en la medida que las economías son más desarrolladas, se plantea que el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente, esto es, la calidad del medio ambiente mejora con el incremento del ingreso, perfilando así un patrón similar a la relación en forma de campana establecida por Kuznets en 1955, entre desigualdad y renta per cápita (Correa, et al. 2005).

El nombre de Curva de Kuznets Ambiental fue introducido por Panayotou (1993), al estudiar el efecto que tiene el crecimiento económico en ciertos indicadores de aire y tierra. La hipótesis, en sí, sostiene que el incremento del PIB aumenta la contaminación hasta cierto nivel de ingreso per cápita, a partir del cual comienza a reducirse la contaminación. La existencia de esta relación de U invertida, como se muestra en la figura 1, ha sido fundamentada por múltiples factores o efectos, entre otros, el efecto composición, desplazamiento, el ambiente como un bien de lujo, el progreso tecnológico y las regulaciones ambientales. Todos estos, argumentados por numerosos autores como Hettige, Mani y Wheeler (1998), Grossman y Krueger (1991), Low y Yeats (1992) y Rothman (1998).

Figura 1. Curva de Kuznets ambiental.



Fuente: Campo y Olivares, 2013.

Esta curva debe su nombre al trabajo de Kuznets (1955) que postula una relación en forma de U invertida entre el ingreso per cápita y la desigualdad en la distribución del ingreso. Desde principios de los noventa inicia un renovado interés por aplicar esta hipótesis a la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, basada en el estudio pionero de Grossman y Krueger (1991).

Su objetivo era investigar la evolución de un determinado índice de calidad ambiental, I , con la renta per cápita, Y , la tendencia temporal, T , y otro tipo de características o efectos fijos, F , como la disponibilidad de recursos o el tipo de políticas públicas. La relación a investigar es:

$$I = f(Y, T, F)$$

Los modelos más habituales que se utilizan para representar la relación entre renta per cápita y cada indicador de contaminación son:

Logarítmico en ingresos.

$$I_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_{it} + \alpha_2 T_i + \alpha_3 F_i + e_{it}$$

Logarítmico en ingresos al cuadrado.

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 (\ln Y_{it})^2 + \beta_3 T_i + \beta_4 F_i + e_{it}$$

Logarítmico en ingresos al cubo.

$$I_{it} = \phi_0 + \phi_1 \ln Y_{it} + \phi_2 (\ln Y_{it})^2 + \phi_3 (\ln Y_{it})^3 + \phi_4 T_i + \phi_5 F_i + e_{it}$$

con e_{it} como el termino de error estocástico o aleatorio.

La curva medioambiental de Kuznets establece una relación dinámica entre el ingreso per cápita y la calidad del medio ambiente. La calidad del medio ambiente sufre un deterioro en las fases iniciales del proceso de crecimiento, debido a que se intensifica la agricultura y la explotación de los recursos naturales, las tecnologías eficientes y limpias no están disponibles. La extracción de los recursos naturales excede a su conservación y la cantidad de residuos aumenta, este comportamiento se presenta en los países de bajo nivel de desarrollo. La relación entre deterioro ambiental e ingreso

per cápita llega a un punto de inflexión donde el deterioro ambiental se detiene y los ingresos siguen aumentando (Catalán, 2014).

6.2.- EXPLICACIONES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS

1.- La elasticidad-ingreso de la demanda ambiental es uno de los argumentos más invocados en la literatura para justificar la curva medioambiental de Kuznets (Selden y Song, 1994).

Así, al alcanzarse un nivel de Ingreso límite, se producirá un cambio en las preferencias de los consumidores de forma que, al aumentar la renta, los individuos estarían dispuestos a gastar una mayor proporción de recursos en calidad ambiental, como si se tratase de un bien de lujo.

Se argumenta (Selden y Song, 1994) que la U invertida es consecuencia de: las elasticidades positivas entre ingreso y calidad ambiental, de los cambios en la composición del producto favorables al medio ambiente, de las nuevas tecnologías, las presiones asociadas a la mayor información y educación sobre las consecuencias ambientales, y de políticas públicas orientadas a la conservación de los recursos naturales.

2.- La explicación más general, se presenta en Arrow, et al. (1995).

Indica que la compatibilidad entre la mejora de los índices de calidad y el crecimiento en las etapas avanzadas del desarrollo podría ser la consecuencia del paso progresivo de economías “limpias” a economías industriales “sucias” y, finalmente, a economías de servicios “limpias”.

En definición es el cambio en la composición de la producción el que explicaría la forma de U invertida de la relación entre los indicadores de calidad ambiental y el nivel de ingreso per cápita.

3.- Con el desarrollo económico se puede también explicar el desarrollo de instituciones capaces de resolver el problema ocasionado por las externalidades ambientales que genera la economía.

Así, por ejemplo Jones y Manuelli (1995), utilizan un modelo de generaciones solapadas para ilustrar como, con el paso del tiempo, la presión de las generaciones más jóvenes se traduce en regulaciones ambientales más eficientes y en una oferta mayor de calidad ambiental.

4.- Según algunos autores (por ejemplo Stokey, 1998), la contaminación se reduce con el aumento del ingreso debido a mayores posibilidades de selección de tecnologías con distintos niveles de impacto ambiental. En este caso el supuesto importante es que, a partir de un cierto umbral de ingreso per cápita, o de un determinado tamaño del mercado interno, los países pueden adoptar tecnologías más limpias que no son asumibles por países más pobres en una población dispersa.

Dentro de estas tecnologías se encontrarían, por ejemplo las que aprovechan las economías de escala para la generación de energía eléctrica, el saneamiento básico, el reciclado, etc. Al tratarse de tecnologías, caras que exigen un tamaño mínimo de producción y formas de capital humano especializado y altamente tecnificado, solo estarán disponibles a niveles relativamente exigentes de desarrollo económico.

5.- Otros autores apoyan su razonamiento en los cambios inducidos en las preferencias y los patrones de consumo a medida que crecen los niveles de bienestar.

Así, por ejemplo, Jaegger (1998), sostiene que mientras predominen bajos niveles de consumo y producción, la restricción del aire es irrelevante ya que la demanda de calidad del aire o del agua se puede saciar con los recursos disponibles. Sin embargo, a medida que crece la actividad económica y el ingreso, aumentara la demanda de calidad ambiental y la disposición de la sociedad a utilizar tecnologías limpias y evitar o atenuar los impactos ambientales de una actividad económica creciente.

6.- Finalmente, Andreoni y Levinson (2001), derivan la curva medioambiental de Kuznets de la relación técnica que existe entre la producción creciente de bienes de consumo y el deterioro ambiental que esta produce. Estos autores explican con una interesante metáfora su teoría sobre la curva de medioambiental de Kuznets:

“Cuando conducimos un coche, el bien que obtenemos (transporte) está acompañado por un mal (el riesgo de un accidente) que podemos reducir con un mayor gasto (en equipo de seguridad). No tiene nada de sorprendente que los pobres, que conducen muy poco, y los ricos, que invierten en coches más seguros, tengan tasas de mortalidad más bajas en la carretera que las personas de ingresos medios”.

6.3.- EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES

Los cambios institucionales, que se producen en paralelo al desarrollo económico, también han sido utilizados en la literatura para explicar el patrón descrito por la curva medioambiental de Kuznets (Jones y Manuelli, 1995).

- La primera etapa se caracteriza por políticas distorsionadoras, como los subsidios al consumo de energía, y por fallas de mercado, como una incorrecta definición de los derechos de propiedad de los recursos naturales o la falta de pago por las externalidades ambientales (Panayotou, 1993).
- La segunda fase se asocia con la eliminación de las distorsiones y la corrección de los fallos de mercado. Las siguientes etapas conllevan la implementación de políticas ambientales estrictas y una mayor conciencia ambiental. Unruh y Moomaw (1998) destacan la importancia del mercado como institución que puede prevenir la degradación medioambiental. El argumento es que, la escasez de recursos naturales debería reflejarse en precios crecientes que contribuirán a reducir su demanda y, al mismo tiempo, acelerar el desplazamiento hacia tecnologías menos intensivas en esos recursos (Torras y Boyce, 1998).

En este sentido, desde el ámbito de la teoría económica, la calidad ambiental se puede representar como un bien normal por lo que su demanda aumenta al elevarse el ingreso per cápita, lo que se manifiesta también en un cambio en la estructura de preferencias de la demanda en favor de los bienes que generan un menor impacto en el medio ambiente (más amigables ambientalmente) y por una presión creciente por regulaciones ambientales más estrictas (Dianda, 2005). La curva de Kuznets

representa entonces, una forma reducida que encubre otros fenómenos como la tecnología, la composición del producto, las regulaciones ambientales o las demandas de la sociedad (Grossman y Krueger, 1995). En este sentido, esta forma reducida no permite identificar inicialmente los efectos de la política económica.

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 (Grossman y Krueger, 1995).

De igual forma, la curva medioambiental de Kuznets muestra el desarrollo de una economía a través del tiempo. En una primera fase, es una economía basada en el sector agrícola con un fuerte impacto en la calidad del medio ambiente; en una segunda fase se desarrolla la industria, que si bien se genera un mayor nivel de riqueza tiene como consecuencia un mayor deterioro en la calidad del medio ambiente. Después de un punto de inflexión, la economía sustenta su crecimiento en tecnologías eficientes y más limpias, principalmente en el sector servicios (Catalán, 2014).

Partiendo de la hipótesis anterior se puede decir que: el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente: a medida que la gente va acumulando riqueza, se encuentra mejor preparada para afrontar el daño ambiental provocado por el crecimiento económico.

6.4.- PANORAMA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO

Los países desarrollados, por lo general, contemplan en su legislación regulaciones y normas ambientales más estrictas, a raíz primordialmente de su capacidad técnica y económica para ponerlas en práctica así como la preocupación de sus ciudadanos por velar que la protección del medio ambiente esté debidamente respaldada por normativas claras y rigurosas.

En México ha habido un desfase entre la emisión de la legislación ambiental y la creación de instituciones que tuvieran como prioridad la aplicación de esta legislación. La primera ley de carácter ambiental en nuestro país fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental publicada en 1971, cuya administración estaba a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (FAO, 2002).

En el Diario Oficial de la Federación del 11 de enero de 1982 se publica la Ley Federal de Protección al Ambiente y cinco años más tarde, el 28 de enero de 1988, se emite la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Esta ley era aplicada y administrada por la ex Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) por conducto del Instituto Nacional de Ecología (INE).

La inclusión del INE en una secretaría encargada de atender los problemas derivados del crecimiento industrial y demográfico en las grandes ciudades, pone de manifiesto la orientación urbano industrial de los planteamientos ambientales: calidad del aire en las grandes urbes y contaminación del agua por descargas industriales y municipales (FAO, 2002).

En 1994 se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con lo cual se integran bajo el mismo sector los recursos naturales, la biodiversidad, la atención a los residuos peligrosos y a los problemas ambientales urbano industriales.

La SEMARNAP publica el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995-2000 cuyo objetivo general era frenar las tendencias de deterioro del medio ambiente y promover el desarrollo económico y social con criterios de sustentabilidad. Se planteaba hacer operativo y viable este Programa a partir de un conjunto de instrumentos de *política ambiental* (FAO, 2002).

Los instrumentos de política ambiental se traducían en quince estrategias que incluían: 1) protección de áreas naturales, 2) regulación directa de la vida silvestre, 3) ordenamiento ecológico del territorio, 4) evaluación del impacto ambiental, 5) estudios de riesgo, 6) *normas oficiales mexicanas*, 7) regulación directa de materiales y residuos peligrosos, 8) evaluación de riesgo, 9) regulación directa de actividades

industriales, 10) autorregulación, 11) auditorías ambientales, 12) *instrumentos económicos*, 13) criterios ecológicos, 14) información ambiental, educación e investigación y 15) convenios, acuerdos y participación.

En el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 se menciona diez *instrumentos económicos* a los cuales se les atribuyen una serie de ventajas que contrastan con su inexistencia o con la pobreza de su aplicación en la práctica. Los instrumentos mencionados son: 1) impuestos y derechos ambientales, 2) mercados de derechos transferibles, 3) sobrepagos para generar fondos en fideicomiso, 4) sistemas de depósito-reembolso, 5) fianzas y seguros, 6) derechos de uso de recursos e infraestructura, 7) contratos privados, 8) licitaciones en el sector público, 9) derechos de propiedad y 10) concesiones (FAO, 2002).

Como se señaló anteriormente, la ley ambiental mexicana es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sin embargo, existen otras leyes federales y nacionales que inciden en varios aspectos en la relación de las ganaderías industriales con los recursos naturales. Estas leyes son: Ley de Aguas Nacionales, Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, Ley General de Salud, Ley Federal de Metrología y Normalización y la Ley Federal de Sanidad Animal (FAO, 2002).

La legislación ambiental mexicana es relativamente joven. La LGEEPA se publica en 1988 y partir de esa fecha se ha modificado en concordancia con los cambios en la Ley de la Administración Pública, con las necesidades de ampliar, profundizar y hacer más eficiente las acciones en materia de protección ambiental y con el objetivo de reforzar el proceso de federalización a través de la descentralización de las funciones de la administración pública (FAO, 2002).

En la administración pasada (1994-2000), la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP -ahora sólo Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- realizó una importante labor para hacer compatibles las atribuciones federales, con las estatales y municipales.

Como resultado de este esfuerzo, en diciembre de 1996 se publica un decreto por el cual se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley. El centro de estas modificaciones es la transferencia de atribuciones, funciones y recursos a las entidades federativas, proceso que afecta de manera sustancial el carácter de las leyes ambientales de los estados elaboradas a fines de los ochenta y principios de los noventa (FAO, 2002).

La LGEEPA tiene cuatro reglamentos:

- 1) En Materia de Impacto Ambiental
- 2) En Materia de Residuos Peligrosos
- 3) En Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- 4) En Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica

Con excepción del recurso agua, la función de inspección y fiscalización del cumplimiento de la LGEEPA recae en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En el caso de las leyes ecológicas estatales, esta función está a cargo de las procuradurías estatales (FAO, 2002).

6.5.- GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los gases de efecto invernadero reciben su nombre porque, de manera semejante en que las paredes de vidrio elevan la temperatura interior de los invernaderos, conducen al aumento de la temperatura de la superficie del planeta al interactuar con la energía que proviene del sol, por lo cual la analogía ha perdurado y a su efecto se le denomina efecto invernadero.

Los compuestos de efecto invernadero son los gases de efecto invernadero, sus precursores y todas aquellas partículas que tienen la particularidad de absorber y emitir radiación infrarroja en la atmósfera; es decir, de producir efecto invernadero (INECC, 2016).

El efecto invernadero ocurre de manera natural en la atmósfera de la Tierra, y permite que exista la vida tal y como la conocemos en el planeta; pues sin él, la temperatura promedio de la Tierra sería inferior a los -18°C .

Sin embargo, actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación de los bosques y selvas, están intensificado el efecto invernadero natural, al incrementar las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y modificar con ello la composición de la atmósfera de la Tierra (INECC, 2016).

Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua (H_2O) producido por la evaporación del agua.
- El dióxido de carbono (CO_2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales.
- El metano (CH_4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo.
- El óxido nitroso (N_2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica.
- El ozono (O_3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno.

A partir de la era industrial, las actividades humanas han añadido gases de efecto invernadero a la atmósfera, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la eliminación de bosques (INECC, 2016).

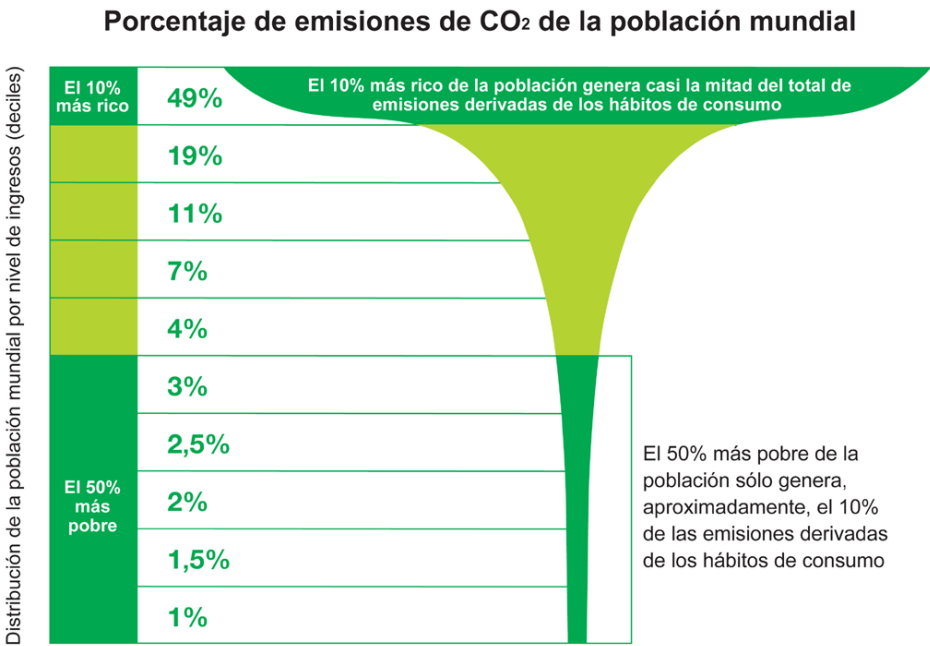
En el presente trabajo se tomaron en cuenta las emisiones de tres de los principales gases de efecto invernadero los cuales son el dióxido de carbono (CO_2), emisiones de metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

- **Dióxido de carbono.** El dióxido de carbono contribuye a la contaminación del aire en su rol en el efecto invernadero. El dióxido de carbono atrapa la radiación a nivel del suelo, creando el ozono a nivel del suelo. Esta capa atmosférica evita que la tierra se enfríe a la noche (Dinesen, 2013).

El dióxido de carbono contribuye al efecto ambiental conocido como lluvia ácida. Las emisiones liberadas de la de la quema de combustibles fósiles de las plantas de energía se combinan con la humedad del aire. El resultado es una precipitación con un alto contenido ácido (Dinesen, 2013).

Las emisiones de dióxido de carbono impactan en la salud humana desplazando el oxígeno en la atmósfera. Respirar se hace más difícil a medida que los niveles de dióxido de carbono aumentan. En las zonas cerradas, los altos niveles de dióxido de carbono pueden llevar a problemas de salud como dolores de cabeza (Téllez, et al. 2006).

Figura 2.- Porcentaje de emisiones de CO₂ de la población mundial.



Fuente: Oxfam (2015).

- **Metano.** El metano es uno de los principales gases del efecto invernadero, su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 21 veces mayor que el del dióxido de carbono (Román. 2014).

El metano se produce por fuentes naturales, por ejemplo, los depósitos orgánicos del fondo oceánico o las turberas congeladas de Liberia y por grandes industrias durante

la fabricación de sus productos, o como resultado de su propia actividad como por ejemplo la agricultura, la minería de carbón, la producción de gas natural y los vertederos municipales (Román. 2014).

La producción, procesamiento transmisión y distribución del metano a nivel mundial libera hasta 88.000 millones de metros cúbicos de dicho gas. Las empresas deben tomar conciencia y mejorar los métodos de producción para reducir las emisiones de gas metano a la atmósfera (Román. 2014).

La inhalación prolongada de gas metano puede provocar asfixia al reducir el contenido de oxígeno en el aire, dando lugar a la pérdida de conocimiento e incluso la muerte.

Hoy día se plantean distintas alternativas para la reducción de emisiones de metano, las cuales conllevan la recuperación y el uso del metano como combustible para generar electricidad, bien para usarse in situ o bien para ser vendido a otras ubicaciones (Román. 2014).

- **Óxido de nitrógeno.** El óxido nítrico o dióxido de nitrógeno es un gas volátil, incoloro, con un olor dulce y ligeramente tóxico, que provoca alucinaciones y estado eufórico en la persona, por lo que ha sido comúnmente utilizado como droga en algunos casos (prtr-es.es, 2017).

El N_2O , es otro de los gases de efecto invernadero, es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, etc. Es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera (prtr-es.es, 2017).

🌿 Fuentes: producido naturalmente en océanos y bosques lluviosos.

🌿 Fuentes antropogénicas: producción de nylon y ácido nítrico, prácticas agrícolas, automóviles, quema de biomasa y combustibles.

La única vía de administración del óxido nitroso es pulmonar, y por lo general, se inhala una mezcla de 65% de oxígeno y 35% de óxido nitroso, ya que la administración de la sustancia al 100% puede producir asfixia y consecuentemente la muerte (prtr-es.es, 2017).

Su mecanismo de acción consiste en llegar al cerebro a través de las vías respiratorias y disminuir la actividad normal de las neuronas. Dependiendo de su concentración y exposición, puede generar analgesia, excitación, anestesia quirúrgica (que se manifiesta por pérdida de la conciencia y amnesia) o depresión total del sistema respiratorio (que sin apoyo artificial, provoca un estado de coma y la muerte) (prtr-es.es, 2017).

Con respecto a su incidencia sobre el medio ambiente, es un importante gas de efecto invernadero con una permanencia media de 100 años en la atmósfera. Actualmente se le atribuye el 5% del efecto invernadero artificial, además de atacar la capa de ozono, reduciéndolo a oxígeno molecular y liberando dos moléculas de monóxido de nitrógeno (NO) (prtr-es.es, 2017).

6.6.- INDICADORES ECONÓMICOS

Entre los indicadores económicos que se contemplan en la presente investigación se tomaron en cuenta el índice de corrupción, coeficiente de GINI y libertad monetaria.

- **Índice de corrupción (Ic).** Cada año la Organización de Transparencia Internacional publica el Índice de percepción de la corrupción (IPC). Para México su puntuación ha descendido en el último informe, lo que significa que los mexicanos perciben un incremento de la corrupción en el sector público del país (datosmacro.com, 2017)

La disminución de su puntuación ha provocado que México empeore su posición respecto al resto de los países hasta la posición número 123, de los 176 del ranking de corrupción gubernamental, luego sus habitantes creen que existe mucha corrupción en el sector público.

La percepción de la corrupción en los últimos cinco años en México no ha variado aunque ha sufrido de su posición en el ranking internacional de corrupción.

Este índice clasifica a los países puntuándolos de 0 (percepción de muy bajos niveles de corrupción) a 100 (percepción de altos niveles de corrupción) en función de la percepción de corrupción del sector público que tienen sus habitantes (datosmacro.com, 2017).

- **Coeficiente de GINI (GINI).** El coeficiente de GINI mide la desigualdad económica de una sociedad, mediante la exploración del nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos entre la población. El coeficiente de GINI toma valores entre 0 y 1; un valor que tiende a 1 refleja mayor desigualdad en la distribución del ingreso. Por el contrario, si el valor tiende a cero, existen mayores condiciones de equidad en la distribución del ingreso. (INEGI, 2017).

La relación entre la distribución del ingreso y la degradación ambiental se puede ver desde dos enfoques:

- a. Según Torras y Boyce (1998), una elevada desigualdad en la distribución del ingreso tenderá a una menor preocupación por el futuro, y por lo cual se traducirá en una mayor degradación ambiental.
 - b. En cambio Ravallion (2000), establece que la población con mayor ingreso es más consciente del deterioro ambiental y conduce sus preferencias hacia el cuidado del medio ambiente, debido a que este segmento ya ha cubierto sus necesidades básicas.
- **Libertad monetaria (Lm).** La libertad monetaria combina una medida de estabilidad de precios con una evaluación de los controles de precios. Tanto la inflación como los controles de precios distorsionan la actividad del mercado.

La estabilidad de precios sin intervención gubernamental sectorial es el estado ideal para el libre mercado (Index of economic freedom, 2017).

La puntuación del componente de libertad monetaria se basa en dos subfactores:

La tasa de inflación promedio ponderada para los últimos tres años y los controles de precios.

La tasa de inflación promedio ponderada de los últimos tres años sirve como insumo primario en una ecuación que genera la calificación base para la libertad monetaria. La magnitud de los controles de precios se evalúa como una deducción por penalización de hasta 20 puntos de la puntuación base. Las dos ecuaciones utilizadas para convertir las tasas de inflación en el puntaje de libertad monetaria final son: Promedio ponderado. $Inflation_i = \theta_1 Inflation_{it} + \theta_2 Inflation_{it-1} + \theta_3 Inflation_{it-2}$ (Index of economic freedom, 2017).

$Libertad\ Monetaria_i = 100 - \alpha \sqrt{\text{Promedio ponderado } Inflation_i - PC\ penalty_i}$

Donde θ_1 a θ_3 (thetas 1-3) representan tres números que suman a 1 y son exponencialmente más pequeños en secuencia (en este caso, valores de 0.665, 0.245 y 0.090, respectivamente); $Inflation_{it}$ es el valor absoluto de la tasa de inflación anual en el país i durante el año t medido por el Índice de Precios al Consumidor; A representa un coeficiente que estabiliza la varianza de las puntuaciones; Y la penalización de control de precios (PC) es un valor asignado de 0-20 puntos de penalización basado en el alcance de los controles de precios (Index of economic freedom, 2017).

La forma funcional convexa (raíz cuadrada) fue elegida para crear separación entre países con bajas tasas de inflación. Una forma funcional cóncava trataría esencialmente todas las hiperinflaciones como igualmente malas, ya fueran 100 por ciento de aumento de precios anuales o 100.000 por ciento, mientras que la raíz cuadrada proporciona mucha más gradación. El coeficiente α se fija en 6,333, lo que convierte una tasa de inflación del 10 por ciento en una puntuación de libertad de

80,0 y una tasa de inflación del 2 por ciento en una puntuación de 91,0 (Index of economic freedom, 2017).

7.- MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se empleó para llevar a cabo esta investigación consistió en obtener los datos de las diferentes emisiones de los gases contaminantes y de los diferentes indicadores de económicos, para poder procesarlos con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System; en español, Sistema de Análisis Estadístico), utilizando el modelo de regresión múltiple.

7.1.- DATOS

Los datos que en la presente investigación se utilizaron para poder modelar la curva de Kuznets ambiental se obtuvieron del banco de datos del Banco Mundial (2017), los cuales son la población total de México del año de 1985 al 2015, así como las emisiones de dióxido de carbono CO_2 , las emisiones de metano (CH_4), y las emisiones de óxido nitroso (N_2O), de igual manera se obtuvo el coeficiente de GINI, el PIB per cápita y el gasto en protección ambiental para el mismo periodo de tiempo.

También se tomó en cuenta el índice de corrupción el cual se obtuvo gracias a que cada año la Organización de Transparencia Internacional publica el Índice de percepción de la corrupción (IPC), el cual se tomó en cuenta para el periodo de 1985 al 2015 (datosmacro.com 2017).

Y por último se extrajo el parámetro de la libertad monetaria para México por el mismo periodo de tiempo que los otros datos anteriormente mencionados, el cual fue obtenido mediante la consulta del Índice de Libertad Económica (Index of economic freedom, 2017).

7.2.- MODELOS DE REGRESION

En este trabajo se utilizó el método de la regresión múltiple aplicando el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

El modelo teórico es el siguiente:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Dónde:

Y es la variable dependiente.

α es una constante.

$\beta_{(1...n)}$ son coeficientes obtenidos en la regresión.

$X_{(1...n)}$ son las variables independientes.

Se pretenden probar las transformaciones de la regresión: la lineal, la cuadrática y la logarítmica, esto con el fin de obtener el modelo con la mejor significancia.

Se tomaron en cuenta datos para treinta años del banco de datos del Banco Mundial e INEGI para los contaminantes y demás variables: (Banco mundial. 2017 e INEGI. 2017).

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso o dióxido de nitrógeno (N₂O).

Como variables independientes:

- El PIB per cápita
- La población
- El coeficiente de GINI
- Presupuesto destinado a la protección ambiental
- La calidad institucional (índice de corrupción).
- Libertad monetaria.

Utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System; en español, Sistema de Análisis Estadístico), el cual es un procedimiento integrado de reducción estadística de datos y ha sido desarrollado por Barr y Goodnight de la Universidad de Carolina del Norte; Este software cubre la mayor parte de las necesidades de procesamiento electrónico de información estadística de acuerdo con los métodos estándar de análisis (Martínez, 1982).

- El modelo de regresión múltiple. Según Martínez y Martínez (2002) en su forma más usual el modelo de regresión múltiple se expresa como sigue:

$$E(y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_p x_{ip} + e_i, \quad i=1, 2, \dots, n.$$

De modo que la matriz X en la representación matricial del modelo, es de dimensiones $n \times (p+1)$, y su primer vector columna, es un vector de unos.

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{np} \end{bmatrix}, \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} \text{ y } e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix},$$

Mientras mayor sea F con relación con 1, será más evidente que H_0 es falsa, e inversamente.

Aquí interesa probar el juego de hipótesis básico:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_p = 0 \text{ vs. } H_a: \text{Al menos uno de } \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p \text{ es distinto de cero.}$$

Por la técnica general de prueba de una sub-hipótesis, se tiene que ajustar el modelo completo:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_p x_{ip} + e_i, \quad i=1, 2, \dots, n.$$

$e_i \sim$ normales e independientes, con media 0 y varianza σ^2 .

7.3.- MODELO EMPÍRICO

Se espera obtener un modelo lineal de la siguiente manera:

$$Y = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 G_p + \beta_5 GINI + \beta_6 L_m + \varepsilon$$

Dónde:

Y es la variable dependiente.

α es una constante.

P_{ob} = población total.

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

I_c = índice de corrupción

G_p = gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI = coeficiente de GINI.

L_m = libertad monetaria.

De igual manera se espera obtener los modelos cuadráticos y logarítmicos de la siguiente manera:

$$Y = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 G_p + \beta_5 GINI + \beta_6 L_m + \beta_7 P_p^2 + \varepsilon$$

Dónde:

P_p^2 = PIB per cápita al cuadrado (US\$ a precios actuales).

$$Y = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 G_p + \beta_5 GINI + \beta_6 L_m + \beta_7 \ln P_p + \varepsilon$$

Dónde:

$\ln P_p$ = logaritmo natural de PIB per cápita (US\$ a precios actuales).

7.4.- SIGNOS ESPERADOS

Debido a la situación actual del país los signos de los coeficientes para las variables independientes que se esperan para los modelos de los tres contaminantes son los siguientes:

POBLACION (Pob).- en la variable de población se espera que en los modelos que se obtengan como resultado, se tenga un signo positivo, esto debido a que se espera que cuando la población tenga un aumento, esto se traduzca a una mayor degradación ambiental.

PIB per cápita (Pp).- en cuanto a la relación con el PIB se espera que se obtenga un signo positivo, lo cual se traduce a un mayor ingreso, lo que conlleva a un mayor poder adquisitivo y por ende mayor consumo y mayor grado de contaminación.

INDICE DE CORRUPCION (Ic).- Se espera una relación positiva con la degradación ambiental, lo que significa que cuando se da un aumento en la corrupción de las instituciones, se traduce en una institución débil para poder actuar en la aplicación de las leyes al cuidado del medio ambiente.

GASTO EN PROTECCION AMBIENTAL (Gp).- En cuanto al gasto en protección ambiental se espera que se tenga un signo negativo, lo que se traduce en un aumento en el monto otorgado por el Estado para la protección al medio ambiente, se traduce en una disminución en la degradación ambiental.

COEFICIENTE DE GINI (GINI).- Se espera una relación positiva, es decir, que cuando se presente una mayor concentración del ingreso, esto produzca una mayor contaminación ambiental, debido a la diferencia en la distribución del ingreso.

LIBERTAD MONETARIA (Lm).- En esta última variable se espera que se consiga una relación negativa, es decir, que cuando un país obtenga mayor libertad monetaria, esto se traduzca en una menor degradación ambiental.

8.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para analizar la evidencia de la curva medioambiental de Kuznets el caso México, se toman en consideración como variables dependientes tres indicadores que miden la contaminación atmosférica, las cuales son: las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), medido en kilo toneladas; las emisiones de Metano (CH_4), medido en kilo toneladas de equivalente de CO_2 ; y las emisiones de Óxido Nitroso (N_2O), medido en kilo toneladas métricas de equivalente de CO_2 . Todas las variables señaladas medidas desde el año 1985 hasta el 2015. Se espera que dichas variables tengan una relación positiva con el ingreso per cápita, es decir, cuando existe crecimiento en la economía del país, aumenta el ingreso y por lo cual el consumo, lo que lleva a un mayor aumento en la contaminación en la etapa de desarrollo en la que se encuentra México.

Para evaluar y analizar los efectos de los contaminantes del medio ambiente con relación al crecimiento económico es necesario considerar las variables explicativas, en este trabajo se tomaron en cuenta las siguientes:

- 🇲🇽 Población total en el país de los años en cuestión.
- 🇲🇽 El ingreso per cápita de la población, es decir, el PIB dividido entre la población.
- 🇲🇽 Índice de corrupción, el cual se mide de 0 a 100, donde 0 son bajos niveles de corrupción.
- 🇲🇽 Gasto en protección ambiental per cápita, que es el recurso destinado por el gobierno para el cuidado del medio ambiente dividido entre la población total.
- 🇲🇽 La distribución del ingreso, medida a través del coeficiente de GINI.
- 🇲🇽 Libertad monetaria, combina una medida de estabilidad de precios con una evaluación de los controles de precios. Se mide de 0 a 100, donde 100 es mayor libertad monetaria en el país.

Se realizó los modelos de regresión lineal, cuadrática y logarítmica para los distintos contaminantes arrojando los siguientes resultados.

8.1.- CURVA MEDIO AMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

Se realizó el cálculo de los modelos de regresión, lineal, cuadrática y logarítmica, para el dióxido de carbono (CO₂), obteniendo los siguientes modelos los cuales son los que presentan mayor significancia.

8.1.1.- MODELO LINEAL PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

De forma lineal se puede observar el siguiente modelo, el cual cuenta con un R² ajustado del 0.9473, es el siguiente:

$$CO_2 = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 GINI + \varepsilon$$

$$CO_2 = -60477 + 0.00336 P_{ob} + 6.40728 P_p + 29.22307 I_c + 131492 GINI + \varepsilon$$

Dónde:

CO₂.- Emisiones de dióxido de carbono (miles de toneladas).

P_{ob}.- población total.

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

I_c.- Índice de corrupción.

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Los resultados obtenidos arrojados por la regresión lineal indican que el dióxido de carbono se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente lo que se traduce, que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de CO₂.

La primer variable que es la de población, se tiene una significancia del 99%, y tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

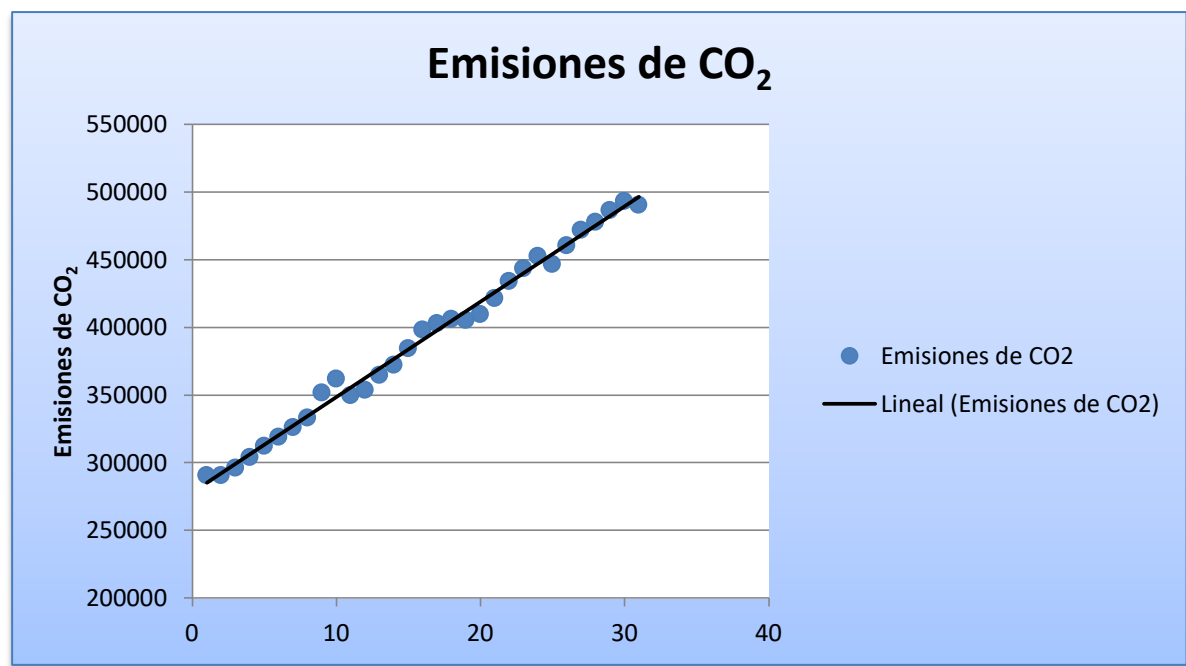
La variable del PIB per cápita, se tiene una significancia del 88%, y tiene un signo positivo, lo cual nos quiere decir que aun aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual aumenta el consumo y por ende la contaminación.

En cuanto a la variable del índice de corrupción, tiene un signo positivo lo cual lo interpretamos de la siguiente manera, cada vez que haya un aumento en la corrupción en el país, se tiene un aumento en la contaminación, debido a la debilidad de sus instituciones para la aplicación de las medidas para el cuidado del medio ambiente.

A lo que corresponde a la variable del coeficiente de GINI, tiene un signo positivo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da un aumento en la contaminación medida a través del dióxido de carbono (CO₂), esto comprueba la hipótesis de Torras y Boyce (1998), que dice que una elevada desigualdad en la distribución del ingreso tendera a una mayor degradación ambiental.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 3.- Grafica del modelo lineal para el Dióxido de carbono (CO₂).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 1.- Resultados del modelo lineal para dióxido de carbono (CO₂).

Raíz MSE	15111	R-cuadrado	0.9543
Media dependiente	390745	R-Sq Ajust	0.9473
Coef Var	3.86716		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 2.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para dióxido de carbono (CO₂).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1.239837E11	30995928101	135.75	<.0001
Error	26	5936715669	228335218		
Total corregido	30	1.299204E11			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 3.- Coeficientes de las variables del modelo lineal para dióxido de carbono (CO₂).

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	-60477	197919	-0.31	0.7624
Pob	1	0.00336	0.00084183	3.99	0.0005
Pp	1	6.40728	3.90512	1.64	0.1129
Ic	1	29.22307	1420.82152	0.02	0.9837
GINI	1	131492	202801	0.65	0.5224

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.1.2.- MODELO CUADRATICO PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

El modelo cuadrático se puede observar de la siguiente forma, el cual cuenta con un R² ajustado del 0.9564, es el siguiente:

$$CO_2 = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 G_p + \beta_4 GINI + \beta_5 Lm + \beta_6 P_p^2 + \varepsilon$$

$$CO_2 = 158468 + 0.00319 P_{ob} - 8.35805 P_p - 169.97114 G_p - 182301 GINI - 122.60896 Lm + 0.00130 P_p^2 + \varepsilon$$

Dónde:

CO₂.- Emisiones de dióxido de carbono (miles de toneladas).

Pob.- población total.

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

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Lm.- Libertad monetaria.

Pp².- PIB per cápita al cuadrado (US\$ a precios actuales).

Los resultados arrojados por la regresión cuadrática indican que el dióxido de carbono se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente lo que se traduce, que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

La primer variable que es la de población, cuenta con una significancia del 98% para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

La variable del PIB per cápita, cuenta con el 66% de significancia para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que a un aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual se puede invertir en mejores productos que no dañen el medio ambiente.

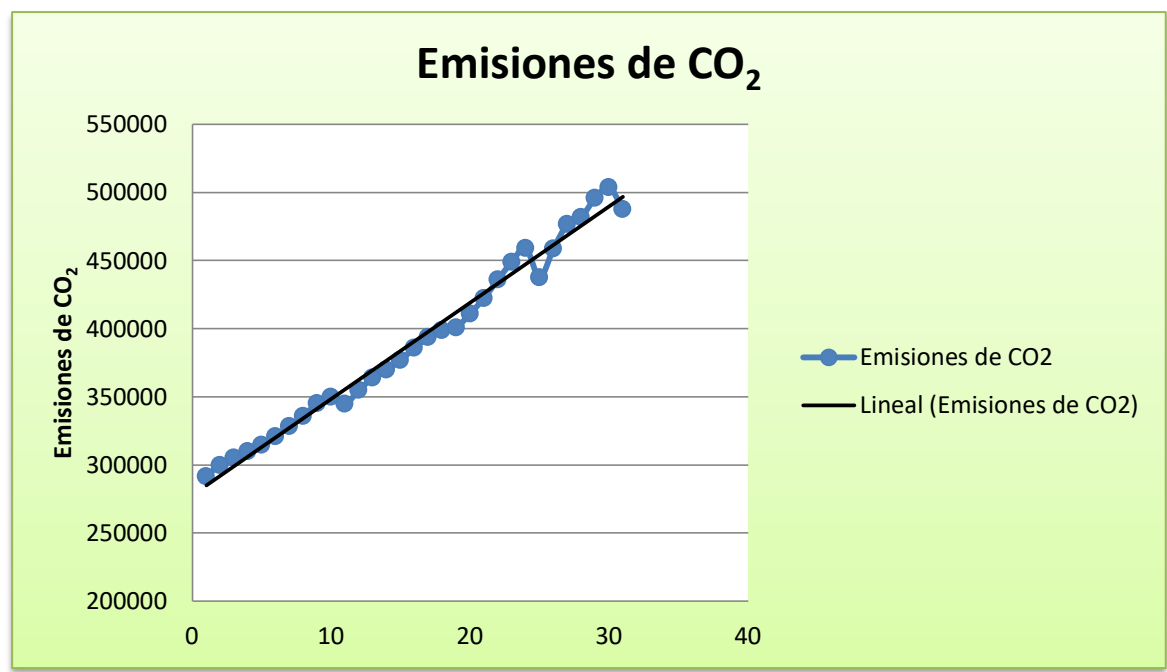
Por su parte en la variable del gasto en protección ambiental, tiene un coeficiente de signo negativo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) disminuyen.

El parámetro de la variable del coeficiente de GINI, tiene un signo negativo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da una disminución en la contaminación medida a través del dióxido de carbono (CO₂), según Ravallion (2000) la población con mayor ingreso es más consciente del deterioro ambiental y conduce sus preferencias por el cuidado del mismo.

En cuanto a la libertad monetaria, presentó un coeficiente negativo, lo que indica que a mayor libertad, existe una disminución de las emisiones de CO₂. Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 4.- Grafica del modelo cuadrático para el Dióxido de Carbono (CO₂).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 4.- Resultados del modelo cuadrático de regresión para dióxido de carbono (CO₂).

Raíz MSE	13745	R-cuadrado	0.9651
Media dependiente	390745	R-Sq Ajust	0.9564
Coef Var	3.51756		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 5.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para dióxido de carbono (CO₂).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.253864E11	20897736385	110.62	<.0001
Error	24	4534009763	188917073		
Total corregido	30	1.299204E11			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 6.- Coeficientes para las variables en el modelo cuadrático para dióxido de carbono (CO₂).

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	158468	172029	0.92	0.3661
Pob	1	0.00319	0.00129	2.48	0.0207
Pp	1	-8.35805	8.73184	-0.96	0.3480
Gp	1	-169.97114	527.74882	-0.32	0.7502
GINI	1	-182301	227959	-0.80	0.4317
LM	1	-122.60896	202.15670	-0.61	0.5499
pibp2	1	0.00130	0.00067606	1.92	0.0672

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.1.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA EL DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

El modelo que mayor significancia arrojó con un R² ajustado del 0.9581, para las emisiones del dióxido de carbono (CO₂), fue:

$$CO_2 = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 G_p + \beta_4 GINI + \beta_5 Lm + \beta_6 Ln P_p + \varepsilon$$

$$CO_2 = 673273 + 0.00347 P_{ob} + 21.16555 P_p - 285.00282 G_p - 242567 GINI - 203.39743 Lm - 73150 Ln P_p + \varepsilon$$

Dónde:

CO₂.- Emisiones de dióxido de carbono (miles de toneladas).

Pob.- población total.

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

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Lm.- Libertad monetaria.

LnPp.- Logaritmo natural del PIB per cápita (US\$ a precios actuales).

Los resultados arrojados por la regresión logarítmica nos indican que el dióxido de carbono se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente lo que se traduce, que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

La primer variable que es la de población, tiene una significancia del 98% en la prueba de t, para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

La variable del PIB per cápita, con una significancia del 99% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo positivo, lo cual nos quiere decir que aun aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual aumenta el consumo y por ende la contaminación.

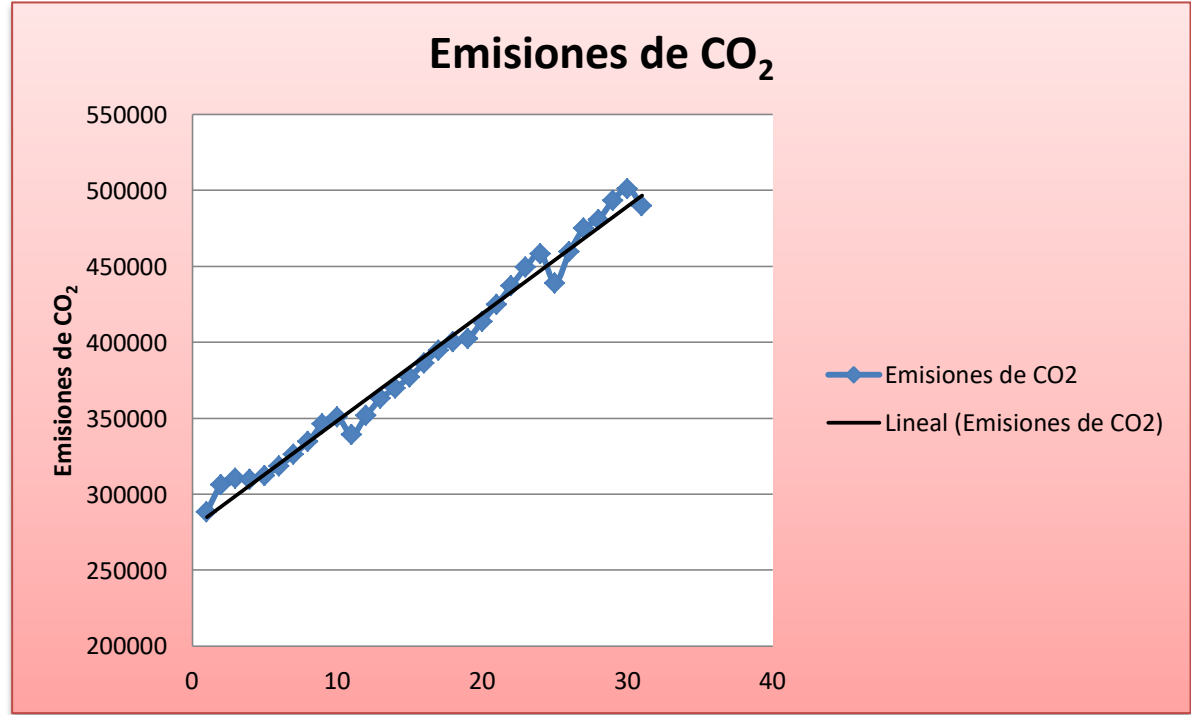
Por su parte en la variable del gasto en protección ambiental, cuenta con un signo negativo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, las emisiones de dióxido de carbono disminuyen.

El parámetro del coeficiente de GINI, tiene una significancia de 70% con respecto a la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da una disminución en la contaminación medida a través del dióxido de carbono, según Ravallion (2000) la población con mayor ingreso es más consiente del deterioro ambiental y conduce sus preferencias por el cuidado del mismo.

En lo que respecta al parámetro de la libertad monetaria, con una significancia del 67% en la prueba de t, para el modelo, presentó un coeficiente negativo, lo que indica que a mayor libertad, existe una disminución de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 5.- Grafica del modelo logarítmico para el dióxido de carbono (CO₂).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 7.- Resultados de la regresión logarítmica para dióxido de carbono (CO₂).

Raíz MSE	13464	R-cuadrado	0.9665
Media dependiente	390745	R-Sq Ajust	0.9581
Coef Var	3.44576		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 8.- Resultados del análisis de varianza del modelo logaritmico para dióxido de carbono (CO₂).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.255696E11	20928270705	115.44	<.0001
Error	24	4350803843	181283493		
Total corregido	30	1.299204E11			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 9.- Coeficientes de las variables del modelo logarítmico para el dióxido de carbono (CO₂)

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	673273	293178	2.30	0.0307
Pob	1	0.00347	0.00129	2.68	0.0130
Pp	1	21.16555	7.42711	2.85	0.0088
Gp	1	-285.00282	524.37041	-0.54	0.5918
GINI	1	-242567	229673	-1.06	0.3014
Lm	1	-203.39743	207.12311	-0.98	0.3359
LnPp	1	-73150	33244	-2.20	0.0376

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.2.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL METANO (CH₄)

Se realizó el cálculo de los modelos de regresión, lineal, cuadrática y logarítmica, para las emisiones de metano (CH₄), obteniendo los siguientes modelos los cuales son los que presentan mayor significancia.

8.2.1.- MODELO LINEAL PARA EL METANO (CH₄)

El modelo lineal para las emisiones del metano, arrojo con un R² ajustado de 0.8147, la cual tiene la siguiente forma:

$$CH_4 = \alpha + \beta_1 Pob + \beta_2 Pp + \beta_3 Gp + \beta_4 GINI + \beta_5 Lm + \varepsilon$$

$$CH_4 = 73039 + 0.00011509 P_{ob} - 0.98311 P_p + 235.46053 G_p + 27685 GINI \\ + 177.30900 L_m + \varepsilon$$

Dónde:

CH₄.- Emisiones de metano (miles de toneladas de equivalente de CO₂).

Pob.- población total.

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

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Lm.- Libertad monetaria.

Los resultados arrojados para el modelo lineal (Cuadro N°12) indican que el metano se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente, lo que se traduce en que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de metano (CH₄).

La primer variable que es la de población, tenemos un signo positivo los cual indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de gas metano (CH₄).

La variable del PIB per cápita, con significancia del 58% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que a un aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual se puede invertir en mejores productos que no dañen el medio ambiente mediante emisiones de gas metano.

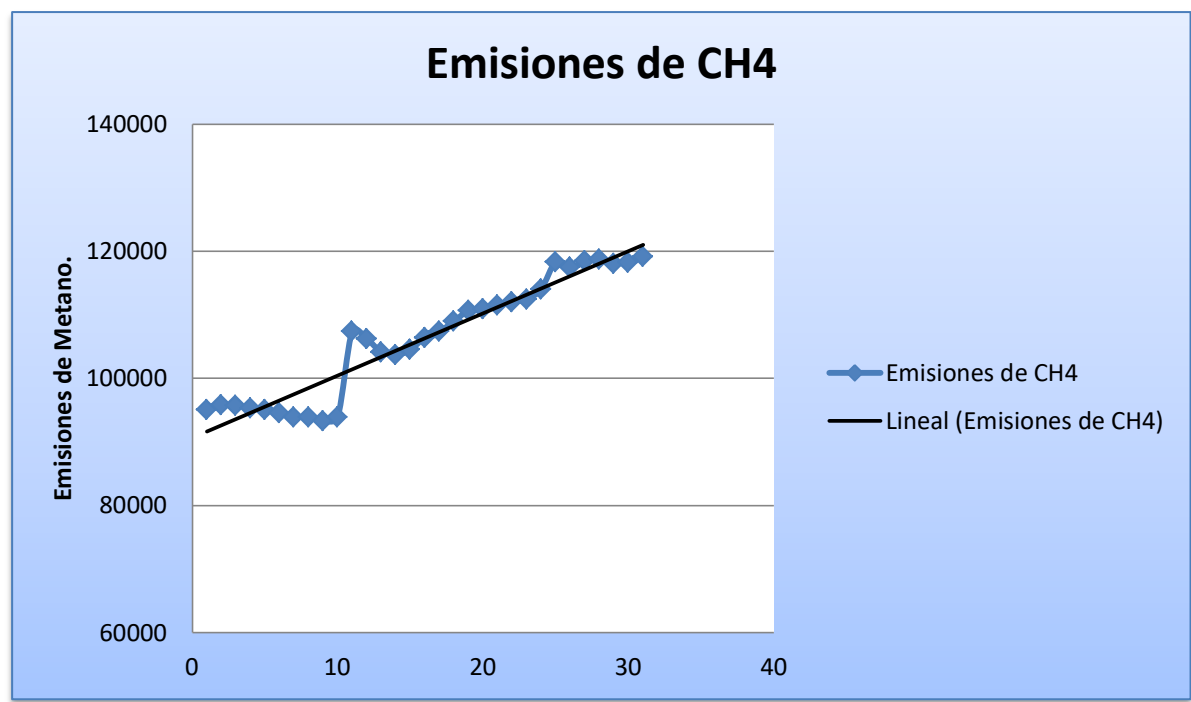
En la variable del gasto en protección ambiental, el coeficiente cuenta con un signo positivo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de CH_4 aumenta, lo cual puede ser explicada que al haber un aumento en esta partida del Estado los recursos son destinados a otros programas de protección ambiental y se descuidan los programas de protección contra las emisiones de metano.

Siguiendo con la variable del coeficiente de GINI, tiene un signo positivo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da un aumento en la contaminación medida a través de las emisiones de metano (CH_4), lo que prueba la hipótesis de Torras y Boyce (1998), la cual indica que una elevada desigualdad en la distribución del ingreso tendera a una mayor degradación ambiental.

En cuanto a la libertad monetaria, lo que indica que a mayor libertad, existe un aumento de las emisiones de metano. Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor estabilidad en la economía, se traduce en mayor consumo de productos y servicios, lo que conlleva a un mayor deterioro ambiental.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 6.- Grafica del modelo lineal para metano (CH₄).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 10.- Resultados de la regresión lineal para metano (CH₄).

Raíz MSE	4358.41427	R-cuadrado	0.8456
Media dependiente	106317	R-Sq Ajust	0.8147
Coef Var	4.09945		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 11.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para el metano (CH₄).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2600870660	520174132	27.38	<.0001
Error	25	474894373	18995775		
Total corregido	30	3075765033			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 12.- Coeficiente de las variables del modelo lineal para metano (CH₄).

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	73039	54506	1.34	0.1923
Pob	1	0.00011509	0.00037603	0.31	0.7621
Pp	1	-0.98311	1.15889	-0.85	0.4043
Gp	1	235.46053	112.20967	2.10	0.0461
GINI	1	27685	69768	0.40	0.6949
Lm	1	177.30900	62.70204	2.83	0.0091

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.2.2.- MODELO CUADRATICO PARA METANO (CH₄).

En cuanto al modelo cuadrático para las emisiones del metano, arrojo con un R² ajustado de 0.8252, el cual se muestra de la siguiente forma:

$$CH_4 = \alpha + \beta_1 Pob + \beta_2 Pp + \beta_3 Gp + \beta_4 GINI + \beta_5 Lm + \beta_6 Pp^2 + \varepsilon$$

$$CH_4 = 76413 + 0.00036052 Pob - 4.84173 Pp + 44.95146 Gp - 1329.46388 GINI + 156.85410 Lm + 0.00032895 Pp^2 + \varepsilon$$

Dónde:

CH₄.- Emisiones de metano (miles de toneladas de equivalente de CO₂).

Pob.- población total.

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

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Lm.- Libertad monetaria.

Pp².- PIB per cápita al cuadrado (US\$ a precios actuales).

Los resultados obtenidos de la regresión cuadrática (cuadro N°15) indican que el metano se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente, lo que se traduce en que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de metano (CH_4).

La primera variable que es la población, no tiene significancia con 62% en la prueba de t, para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de metano (CH_4).

Por su parte la variable del PIB per cápita, tiene una significancia del 91% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que a un aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual se puede invertir en mejores productos que no dañen el medio ambiente, mediante emisiones de metano.

En la variable del gasto en protección ambiental, el coeficiente cuenta con un signo positivo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de metano (CH_4) aumenta, lo cual puede ser explicada que al haber un aumento en esta partida del Estado los recursos son destinados a otros programas de protección ambiental y se descuidan los programas de protección contra las emisiones de metano.

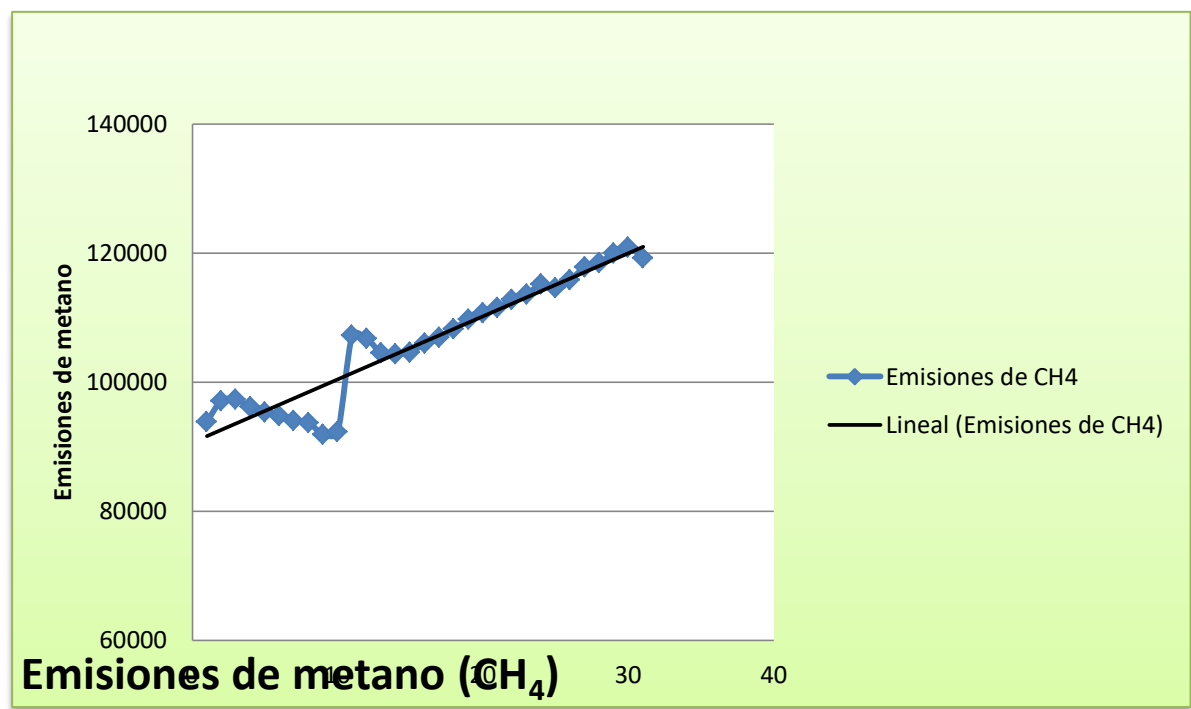
Siguiendo con la variable del coeficiente de GINI, tiene un signo negativo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da una disminución en la contaminación medida a través del metano, según Ravallion (2000) la población con mayor ingreso es más consciente del deterioro ambiental y conduce sus preferencias por el cuidado del mismo.

En cuanto a la libertad monetaria, presentó un coeficiente positivo, lo que indica que a mayor libertad, existe un aumento de las emisiones de metano. Esto significa que en

México, cuando las personas tienen una mayor estabilidad en la economía, se traduce en mayor consumo de productos y servicios, lo que conlleva a un mayor deterioro ambiental.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 7.- Grafica del modelo cuadrático para metano (CH₄).



Fuente: Elaboración propia elaborada con datos del Banco Mundial.

Cuadro 13.- Resultados del modelo Cuadrático para Metano (CH₄).

Raíz MSE	4233.63470	R-cuadrado	0.8601
Media dependiente	106317	R-Sq Ajust	0.8252
Coef Var	3.98209		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 14.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para el metano (CH₄).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2645597126	440932854	24.60	<.0001
Error	24	430167907	17923663		
Total corregido	30	3075765033			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 15.- Coeficientes para las variables del modelo cuadrático para metano (CH₄).

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	76413	52988	1.44	0.1622
Pob	1	0.00036052	0.00039693	0.91	0.3728
Pp	1	-4.84173	2.68958	-1.80	0.0844
Gp	1	44.95146	162.55676	0.28	0.7845
GINI	1	-1329.46388	70216	-0.02	0.9851
Lm	1	156.85410	62.26814	2.52	0.0188
Pp2	1	0.00032895	0.00020824	1.58	0.1273

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.2.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA METANO (CH₄)

El modelo logarítmico para las emisiones del metano, es el modelo que registra la mayor significancia estadística con un R² ajustado de 0.8353:

$$CH_4 = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 G_p + \beta_4 GINI + \beta_5 L_m + \beta_6 \ln P_p + \varepsilon$$

$$CH_4 = 221782 + 0.00046443 P_{ob} + 3.04980 P_p - 8.38169 G_p - 21492 GINI + 131.85183 L_m - 20603 \ln P_p + \varepsilon$$

Dónde:

CH₄.- Emisiones de metano (miles de toneladas de equivalente de CO₂).

Pob.- población total.

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

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

GINI.- Coeficiente de GINI para la distribución del ingreso.

Lm.- Libertad monetaria.

LnPp.- Logaritmo natural del PIB per cápita (US\$ a precios actuales).

Los resultados obtenidos arrojados por la regresión logarítmica (cuadro N°18) indican que el metano se encuentra en una fase creciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Esto quiere decir que en la curva medio ambiental de Kuznets se encuentra en la primera fase o en la fase creciente, lo que se traduce en que mientras se da un crecimiento económico en el país, se ve reflejado en un mayor deterioro ambiental por medio de mayores emisiones de metano (CH_4).

La primera variable es la de población, tiene una significancia de 75% en la prueba de t, para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de metano (CH_4).

Por su parte la variable del PIB per cápita, cuenta con una significancia del 81% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo positivo, lo cual nos quiere decir que aun aumento del ingreso, se interpreta a un mayor poder adquisitivo por lo cual aumenta el consumo y por ende la contaminación.

En la variable del gasto en protección ambiental, el coeficiente cuenta con un signo negativo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de metano (CH_4) disminuye.

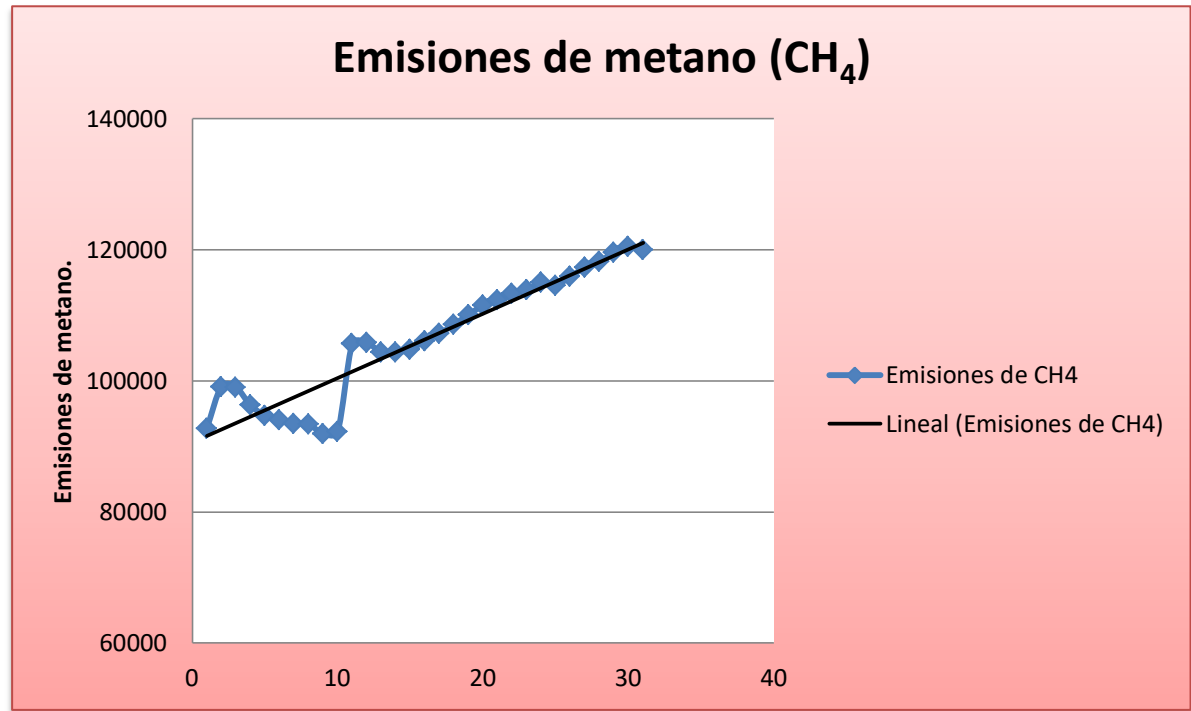
Siguiendo con la variable del coeficiente de GINI, tiene un signo negativo, indicando que a mayor concentración del ingreso, se da una disminución en la contaminación medida a través del metano, según Ravallion (2000) la población con mayor ingreso

es más consiente del deterioro ambiental y conduce sus preferencias por el cuidado del mismo.

En cuanto a la libertad monetaria, tiene una significancia del 94% en la prueba de t, para el modelo, presentó un coeficiente positivo, lo que indica que a mayor libertad, existe un aumento de las emisiones de metano. Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor estabilidad en la economía, se traduce en mayor consumo de productos y servicios, lo que conlleva a un mayor deterioro ambiental.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma creciente.

Figura 8.- Grafica del modelo logarítmico para el metano (CH₄).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 16.- Resultados del modelo logarítmico para Metano (CH₄).

Raíz MSE	4109.26132	R-cuadrado	0.8682
Media dependiente	106317	R-Sq Ajust	0.8353
Coef Var	3.86510		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 17.- Resultados del análisis de varianza del modelo logaritmico para el metano (CH₄).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2670500347	445083391	26.36	<.0001
Error	24	405264685	16886029		
Total corregido	30	3075765033			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 18.- Coeficientes de las variables para el modelo logarítmico para el Metano (CH₄).

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	221782	89478	2.48	0.0206
Pob	1	0.00046443	0.00039407	1.18	0.2501
Pp	1	3.04980	2.26675	1.35	0.1911
Gp	1	-8.38169	160.03789	-0.05	0.9587
GINI	1	-21492	70096	-0.31	0.7618
Lm	1	131.85183	63.21399	2.09	0.0478
LnPp	1	-20603	10146	-2.03	0.0535

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.3.- CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS PARA EL OXIDO NITROSO (N₂O)

Se realizó el cálculo de los modelos de regresión, lineal, cuadrática y logarítmica, para las emisiones de óxido nitroso (N₂O), obteniendo los siguientes modelos los cuales son los que presentan mayor significancia.

8.3.1. MODELO LINEAL PARA EL OXIDO NITROSO (N₂O)

Los resultados arrojados por la regresión lineal (Cuadro N°21) nos indica que el óxido nitroso se encuentra en una fase decreciente en relación con las variables del crecimiento económico.

Caso particular es el óxido nitroso puesto que tiene un comportamiento contrario al esperado, puesto que éste se comporta como si se encontrara en la última fase de la curva medioambiental de Kuznets, es decir en la fase decreciente, lo cual se traduce

que cualquier incremento económico en el país, se refleja en una disminución de la contaminación medida en este caso por las emisiones de óxido nitroso.

El modelo lineal para las emisiones de óxido nitroso, registra un R^2 ajustado de 0.8405, se muestra de la siguiente forma:

$$N_2O = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 G_p + \beta_5 L_m + \varepsilon$$

$$N_2O = 0.00033640 + 2.0679e^{-12} P_{ob} - 1.75077e^{-08} P_p + 8.58966e^{-07} I_c \\ - 0.00000122 G_p - 6.92565e^{-07} L_m + \varepsilon$$

Dónde:

N_2O .- emisiones de óxido nitroso per cápita (miles de toneladas métricas de equivalente de CO_2).

P_{ob} .- Población total.

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

I_c .- Índice de corrupción.

G_p .- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

L_m .- Libertad monetaria.

Los resultados del modelo lineal del óxido nitroso se presentan a continuación.

El parámetro de la variable de la población, tiene una significancia de 62% en la prueba de t, para el modelo, se tiene signo positivo el cual indica que al aumento de la población total del país aumenta las emisiones de óxido nitroso (N_2O).

Por su parte la variable del PIB per cápita, tiene una significancia del 97% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que aun aumento del ingreso disminuyen las emisiones, se interpreta que las personas

pueden adquirir productos con los cuales se puede reducir la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso (N_2O), esto se considera bueno para el comportamiento de este modelo puesto que se muestra en la fase decreciente de la curva de Kuznets.

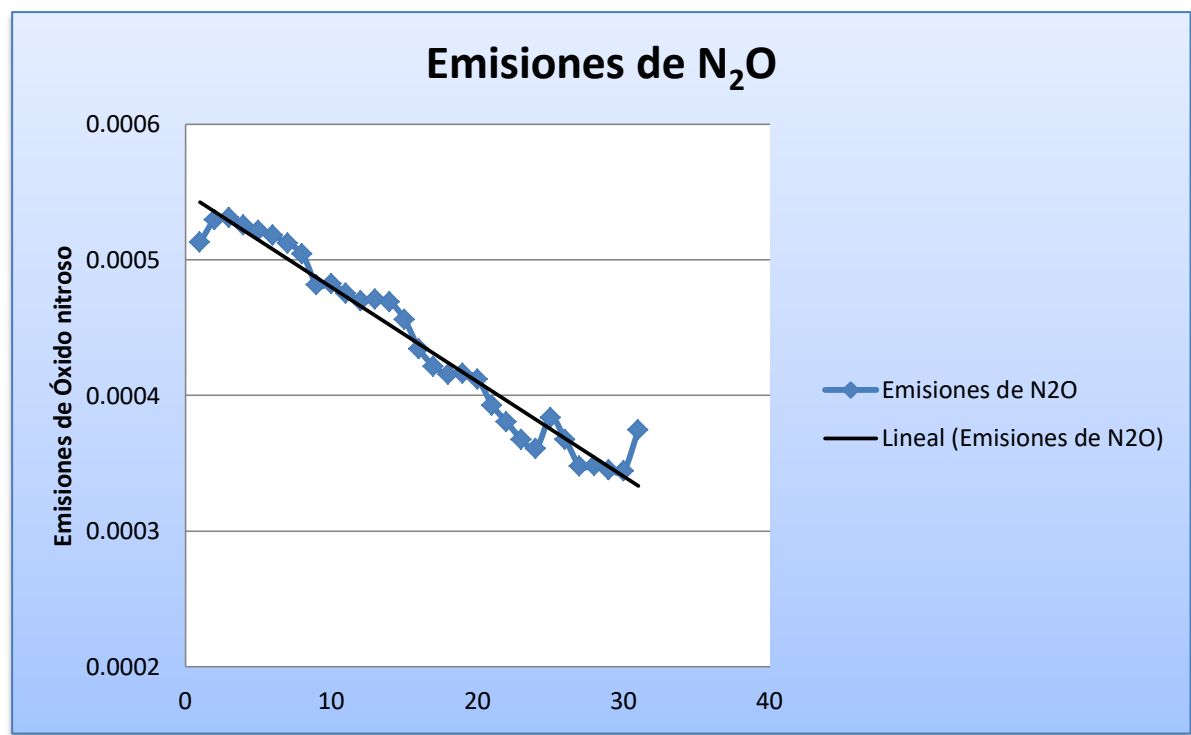
En cuanto a la variable del índice de corrupción, tiene un signo positivo lo cual lo podemos interpretar de la siguiente manera, cada vez que haya un aumento en la corrupción en el país, se tiene un aumento en la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso, esto debido a que las instituciones con alto grado de corrupción son débiles para poder actuar en la aplicación de las leyes al cuidado del medio ambiente.

En la variable del gasto en protección ambiental, tiene una significancia de 89% en la prueba de t, para el modelo, el coeficiente cuenta con un signo negativo lo cual nos quiere decir que en cuanto a un aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de óxido nitroso disminuye, debido a la aplicación de campañas y leyes contra la contaminación ambiental, así abatiendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la libertad monetaria, tiene una significancia del 92% en la prueba de t, para el modelo, presentó un coeficiente negativo, lo que indica que a mayor libertad monetaria, existe una disminución de las emisiones de óxido nitroso (N_2O). Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma decreciente.

Figura 9.- Gráfica del modelo lineal para óxido nitroso (N₂O).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 19.- Resultados del modelo lineal para el óxido nitroso (N₂O)

Raíz MSE	0.00002780	R-cuadrado	0.8671
Media dependiente	0.00043783	R-Sq Ajust	0.8405
Coef Var	6.34916		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 20.- Resultados del análisis de varianza del modelo lineal para el óxido nitroso (N₂O)

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	1.26019E-7	2.520379E-8	32.61	<.0001
Error	25	1.931923E-8	7.72769E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 21.- Coeficientes para las variables del modelo lineal para el óxido nitroso (N₂O)

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00033640	0.00027726	1.21	0.2364
Pob	1	2.0679E-12	2.31715E-12	0.89	0.3807
Pp	1	-1.75077E-8	7.356659E-9	-2.38	0.0253
Ic	1	8.58966E-7	0.00000264	0.33	0.7473
Gp	1	-0.00000122	7.200067E-7	-1.70	0.1024
Lm	1	-6.92565E-7	3.70477E-7	-1.87	0.0733

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.3.2.- MODELO CUADRATICO PARA EL OXIDO NITROSO (N₂O)

Los resultados arrojados por la regresión cuadrada (cuadro N°24) nos indica que el óxido nitroso se encuentra en una fase decreciente en relación con las variables del crecimiento económico.

El modelo para las emisiones de óxido nitroso, que mayor significancia arrojó con un R² ajustado de 0.8404, fue la regresión de forma cuadrática:

$$N_2O = \alpha + \beta_1 P_{ob} + \beta_2 P_p + \beta_3 I_c + \beta_4 G_p + \beta_5 L_m + \beta_6 P_p^2 + \varepsilon$$

$$N_2O = 0.00024207 + 3.30353e^{-12} P_{ob} - 3.32041e^{-08} P_p + 0.00000122e^{-06} I_c \\ - 0.00000205 G_p - 7.38824e^{-07} L_m + 1.32292e^{-12} P_p^2 + \varepsilon$$

Dónde:

N₂O.- emisiones de óxido nitroso per cápita (miles de toneladas métricas de equivalente de CO₂).

Pob.- Población total.

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

Ic.- Índice de corrupción.

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

Lm.- Libertad monetaria.

Pp².- PIB per cápita al cuadrado (US\$ a precios actuales).

Los resultados del modelo cuadrático del óxido nitroso se presentan a continuación.

La primer variable que es la de población, tiene una significancia del 78% en la prueba de t, para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de óxido nitroso (N₂O).

Por su parte la variable del PIB per cápita, tiene una significancia de 93% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que aun aumento del ingreso, se interpreta que las personas pueden adquirir productos con los cuales se puede reducir la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso (N₂O).

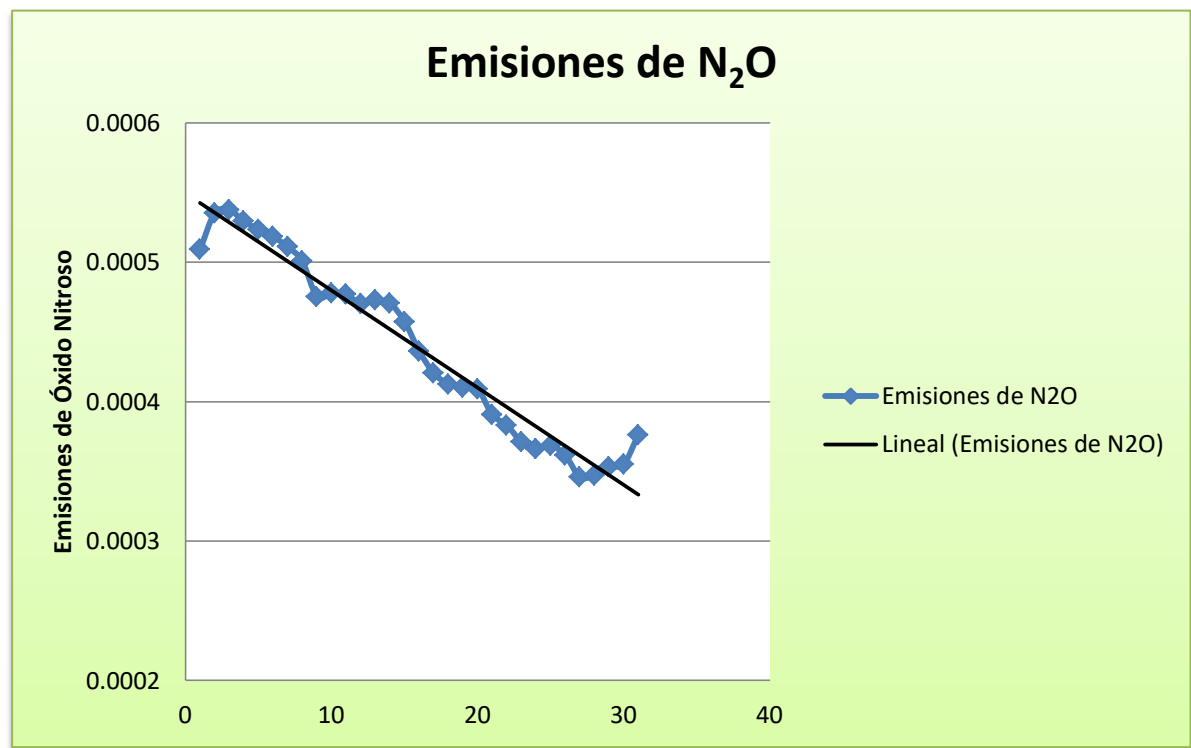
En cuanto a la variable del índice de corrupción, tiene un signo positivo lo cual lo podemos interpretar de la siguiente manera, cada vez que haya un aumento en la corrupción en el país, se tiene un aumento en la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso. Esto debido a que las instituciones con alto grado de corrupción son débiles para poder actuar en la aplicación de las leyes al cuidado del medio ambiente.

En la variable del gasto en protección ambiental, tiene una significancia del 92% en la prueba de t, para el modelo, el coeficiente cuenta con un signo negativo lo cual nos indica que cuando se da aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de óxido nitroso (N₂O) disminuye, debido a la aplicación de campañas y leyes contra la contaminación ambiental, así abatiendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la libertad monetaria, tiene una significancia de 94% en la prueba de t, para el modelo, presentó un coeficiente negativo, lo que indica que a mayor libertad monetaria, existe una disminución de las emisiones de óxido nitroso (N₂O). Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma decreciente.

Figura 10.- Grafica del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N₂O).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 22.- Resultados del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N₂O).

Raíz MSE	0.00002781	R-cuadrado	0.8723
Media dependiente	0.00043783	R-Sq Ajust	0.8404
Coef Var	6.35104		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 23.- Resultados del análisis de varianza del modelo cuadrático para el óxido nitroso (N₂O).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.267808E-7	2.113013E-8	27.33	<.0001
Error	24	1.855742E-8	7.73226E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 24.- Coeficientes para el modelo cuadrático para el óxido nitroso (N₂O)

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00024207	0.00029317	0.83	0.4171
Pob	1	3.30353E-12	2.63097E-12	1.26	0.2213
Pp	1	-3.32041E-8	1.7442E-8	-1.90	0.0690
Ic	1	0.00000122	0.00000266	0.46	0.6502
Gp	1	-0.00000205	0.00000110	-1.86	0.0755
Lm	1	-7.38824E-7	3.735054E-7	-1.98	0.0595
Pp2	1	1.32292E-12	1.3328E-12	0.99	0.3308

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

8.3.3.- MODELO LOGARITIMICO PARA EL OXIDO NITROSO (N₂O)

El modelo logarítmico para las emisiones de óxido nitroso, arrojo con un R² ajustado de 0.8358, fue de la siguiente forma:

$$N_2O = \alpha + \beta_1 Pob + \beta_2 Pp + \beta_3 Ic + \beta_4 Gp + \beta_5 Lm + \beta_6 Ln Pp + \varepsilon$$

$$N_2O = 0.00051228 + 2.8819e^{-12} Pob - 1.05152e^{-08} Pp + 0.00000121 Ic - 0.00000171 Gp - 7.47016e^{-07} Lm - 0.00003639 Ln Pp + \varepsilon$$

Dónde:

N₂O.- emisiones de óxido nitroso per cápita (miles de toneladas métricas de equivalente de CO₂).

Pob.- población total.

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

Ic.- Índice de corrupción.

Gp.- Gasto en protección ambiental (US\$ a precios actuales).

Lm.- Libertad monetaria.

LnPp.- Logaritmo natural del PIB per cápita (US\$ a precios actuales).

Los resultados del modelo logarítmico del óxido nitroso se presentan a continuación.

La primer variable que es la de población, tiene una significancia de 68% en la prueba de t, para el modelo, tenemos un signo positivo lo cual nos indica que al aumento de la población total del país, se aumentan las emisiones de óxido nitroso (N₂O).

Por su parte la variable del PIB per cápita, tiene una significancia de 51% en la prueba de t, para el modelo, tiene un signo negativo, lo cual nos quiere decir que un aumento del ingreso, se interpreta que las personas pueden adquirir productos con los cuales se puede reducir la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso (N₂O).

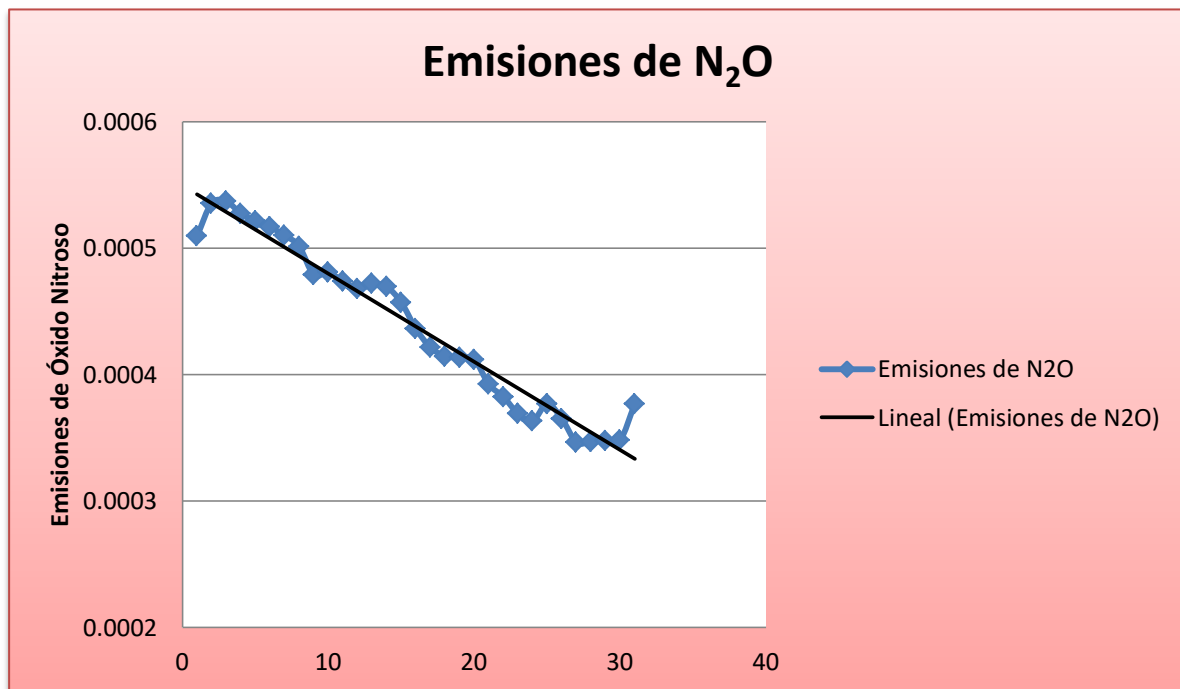
En cuanto a la variable del índice de corrupción, tiene un signo positivo lo cual lo podemos interpretar de la siguiente manera, cada vez que haya un aumento en la corrupción en el país, se tiene un aumento en la contaminación por medio de emisiones de óxido nitroso. Esto debido a que las instituciones con alto grado de corrupción son débiles para poder actuar en la aplicación de las leyes al cuidado del medio ambiente.

En la variable del gasto en protección ambiental, tiene una significancia del 84% en la prueba de t, para el modelo, el coeficiente cuenta con un signo negativo lo cual nos indica que cuando se da aumento en el gasto para la protección ambiental, la contaminación por las emisiones de óxido nitroso (N_2O) disminuye, debido a la aplicación de campañas y leyes contra la contaminación ambiental, así abatiendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la libertad monetaria, tiene una significancia del 93% en la prueba de t, para el modelo, presentó un coeficiente negativo, lo que indica que a mayor libertad monetaria, existe una disminución de las emisiones de óxido nitroso (N_2O). Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Gráficamente se puede ver la tendencia o comportamiento que es de forma decreciente para este modelo de la siguiente manera.

Figura 11.- Grafica del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N_2O).



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Cuadro 25.- Resultados del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N₂O)

Raíz MSE	0.00002820	R-cuadrado	0.8687
Media dependiente	0.00043783	R-Sq Adjust	0.8358
Coef Var	6.44090		

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial..

Cuadro 26.- Resultados del análisis de varianza del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N₂O).

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.262519E-7	2.104198E-8	26.46	<.0001
Error	24	1.908629E-8	7.95262E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

Cuadro 27.- Coeficientes para las variables del modelo logarítmico para el óxido nitroso (N₂O)

Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00051228	0.00042979	1.19	0.2449
pob	1	2.88219E-12	2.79091E-12	1.03	0.3120
Pp	1	-1.05152E-8	1.492053E-8	-0.70	0.4877
Ic	1	0.00000121	0.00000275	0.44	0.6641
Gp	1	-0.00000171	0.00000115	-1.48	0.1528
Lm	1	-7.47016E-7	3.890636E-7	-1.92	0.0668
LnPp	1	-0.00003639	0.00006724	-0.54	0.5934

Fuente: Elaboración propia con salida de SAS y datos del Banco Mundial.

9.- CONCLUSIONES

En el caso de los contaminantes, dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) el modelo con mayor significancia o con mayor número de variables explicativas para la construcción de la curva medioambiental de Kuznets fue el modelo lineal.

En el caso del óxido nitroso (N_2O), el modelo con mayor significancia para la construcción de la curva ambiental de Kuznets, fue el modelo con transformación logarítmica.

Para las variables de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), se concluye que México se encuentra en la fase creciente de la curva medioambiental de Kuznets. Es decir, que todo crecimiento económico se traduce en un mayor deterioro ambiental.

En el caso particular para el óxido nitroso (N_2O), es un caso especial puesto que los resultados indican que se encuentra en la última fase de la curva medioambiental de Kuznets, es decir que se encuentra en la fase decreciente de la misma, lo que conlleva que todo crecimiento económico se traduce en una disminución en la emisión de este gas contaminante. Esto se puede explicar, porque la población con mayor ingreso es más consciente acerca del deterioro ambiental, debido a que tienen mayor acceso al conocimiento del beneficio que puede generar una mejora en la calidad ambiental, sobre su bienestar social y sobre el de la población en general, y conducen sus preferencias hacia el cuidado del medio ambiente, puesto que ya ha satisfecho sus necesidades básicas, y cuentan con una mayor disposición por cuidar el medio ambiente en comparación con el sector pobre de la población.

La población tiene una relación positiva, lo que indica que el deterioro ambiental es un factor antropogénico, que cuanto más crezca la población mayor será la degradación ambiental.

El PIB per cápita, en el caso del dióxido de carbono tiene una relación positiva es decir que cuando se presenta un incremento en el ingreso, esto se traduce en un mayor poder adquisitivo y por ende un mayor consumo y deterioro ambiental.

El PIB en el caso del metano y óxido nitroso tiene una relación negativa lo cual indica que a un mayor ingreso las personas tienen un mayor poder adquisitivo y pueden obtener mejores productos y servicios que no contaminen el medio ambiente.

La variable de índice de corrupción, la cual solo se presentó en los modelos del dióxido de carbono y óxido nitroso, aunque solo con una significancia del 3 y del 35% respectivamente, presenta un coeficiente positivo, lo que indica que a mayores niveles de corrupción, existe una mayor degradación del medio ambiente debido a las emisiones de estos gases de efecto invernadero.

Es decir que en México, cuando en las instituciones se cuenta con mayor corrupción, son débiles por lo cual los recursos y/o esfuerzos, no son bien destinados al cuidado del medio ambiente, y a la creación de mejores políticas ambientales para las industrias y moderar sus emisiones de gases contaminantes.

En cuanto a la variable de gasto en protección ambiental, se tiene una relación negativa, en el modelo del óxido nitroso, lo cual indica que cuanto más recurso se destine a esta partida del Estado se tendrá mejoras en la calidad ambiental del país.

En lo correspondiente al coeficiente de GINI, presenta un coeficiente positivo, lo cual confirma la hipótesis propuesta por Torras y Boyce (1998) que sostiene que una elevada desigualdad en la distribución del ingreso tendera a una mayor degradación ambiental, es decir que la población con mayor grado de pobreza no les interesa tanto el medio ambiente y buscan en primera instancia satisfacer sus necesidades básicas lo que conduce sus preferencias por el consumo lo que se traduce en mayor contaminación.

La libertad monetaria en el modelo del óxido nitroso, obtuvo significancia del 94% y tiene una relación negativa con el deterioro ambiental, puesto que con una mayor libertad monetaria se traduce en una disminución en el deterioro. Esto significa que en México, cuando las personas tienen una mayor libertad económica, estas pueden ejercer una mayor presión para que el gobierno establezca políticas de protección medio ambiental más eficientes.

Se concluye que el crecimiento económico no es la única solución para frenar el deterioro ambiental, puesto que se tiene que tener unas buenas regulaciones y políticas de protección que promuevan el cuidado del medio ambiente, lo cual debe de ir a la par del crecimiento económico del país.

En México se debe de poner más esfuerzos para combatir a la corrupción, puesto que esto conlleva a tener instituciones más sólidas y de mayor confianza, no solo para el cuidado ambiental y crecimiento económico, sino para un crecimiento integrado de todos los aspectos del país.

Los ciudadanos y ciudadanas más ricos, independientemente de dónde vivan, pueden y deben contribuir individualmente a reducir sus propias emisiones, modificando para ello su estilo de vida; sin embargo, es imposible que den solución a la crisis climática únicamente a través de sus iniciativas voluntarias. En consecuencia las políticas regulatorias en materia ambiental y energética juegan un papel relevante en revertir el deterioro ambiental. Los miembros del sector más rico de la población se están viendo cada vez más afectados por los efectos del cambio climático, y se están movilizand para exigir a sus Gobiernos que tomen medidas más estrictas.

10.- BIBLIOGRAFÍA.

Acuña, Paola R. (2006). "Biografías de grandes economistas: Simon Kuyznets" en: Aula de economía. (<http://www.auladeeconomia.com/biografias-kuznets.htm>; acceso: 12 de junio de 2017).

Andreoni J. y A. Levinson (2001), "The simple analytics of the environmental Kuznets curve", *Journal of Public Economics*, 80(2), pp. 269-286.

Arraes, Ronaldo. Diniz, Marcelo. Diniz, Márcia. (2006). "Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável". RER. 44 (3): 525-547.

Arrow, K., B. Bolin, R. Costanza, P. Dasgupta, C. Folke, C.S. Holling, B.-O. Jansson, S. Levin, K.-G. Maler, C. Perrings y D. Pimentel (1995), "Economic growth, carrying capacity and the environment". Ecological Economics. 15(2): 91-95.

Campo R., Jacobo. Olivares, Wilmer. (2013). "Relación entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el PIB: el caso de los civets". Semestre Económico. 16 (33).

Banco Mundial. (2017). "DataBank: México". En línea: (<http://datos.bancomundial.org/pais/mexico?view=chart>; acceso: 16 de febrero de 2017).

Catalán, Horacio. (2014). "Curva Ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable". Economía Informa. 389: 19-37.

Correa R., Francisco. Vasco R., Andres. Perez M., Catalina. (2005). "La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia". Semestre económico. 8 (15): 13-30.

Datosmacro.com. (2017). "Índice de Percepción de la Corrupción 2016". En línea consultada el 16/02/17, en: <http://www.datosmacro.com/estado/indice-percepcion-corrupcion>

Dinda S. (2005). "A theoretical basis for the environmental Kuznets curve". Ecological Economics. 53: 403-413

Dinesen R., Chris. (2013). The Effects of Carbon Dioxide on Air Pollution. eHow, revista en línea consultada 03/12/16. En: http://www.ehow.com/list_5921485_effects-carbon-dioxide-air-pollution.html

Figueroa B., Eugenio. Pásten C., Roberto. (2009) "Country-Specific environmental Kuznets curves: a random coefficient approach applied to high-income countries". Estudios de economía. 36 (1): 5-32.

Food and Agriculture Organization. (2002). "Reporte de la iniciativa de la ganadería, el medio ambiente y el desarrollo (LEAD) - integración por zonas de la ganadería y de la agricultura especializadas (AWI) - opciones para el manejo de efluentes de granjas porcícolas de la zona centro de México" en: Deposito de documento de la fao. (<http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s09.htm#bm9>; acceso 20 de julio de 2017).

Gómez-López, Claudia S. Barrón Arreola, Karla S. y Moreno Moreno, Luis. (2011). "Crecimiento económico y medioambiente en México". El trimestre económico. 78 (3): 547-582.

Grossman, Gene M. y Krueger, Alan B. (1991). "Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement". Nacional Bureau of Economic Research. Working Paper N.º 3914.

Grossman, Gene M., y Krueger Alan B. (1995). "Economic Growth and the Environment". The Quarterly Journal of Economics, 110 (2): 353-377.

Hernandez, Noe L., Pasquesi H., Cullen. (2012). "Effects of trade liberalization on the environment: empirical test for an environmental Kuznets Curve in Latin America". Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales. 5 (2): 41-56.

Hettige, H.; Mani, M. y Wheeler, D. (1998). "Industrial pollution in economic development." The world Bank Development Research Group. Policy Research Working Paper 1876.

Index of economic freedom. (2017). "Economic Data and Statistics on World Economy and Economic Freedom". En línea: (<http://www.heritage.org/index/explore?view=by-region-country-year>; acceso: 8 de marzo de 2017).

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2016). "Gases y compuestos de efecto invernadero". En línea: (<https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>; acceso 17 de julio de 2017).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). "Banco de información económica". En línea: (<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>; acceso: 20 de febrero de 2017).

Jaeger, W. (1998). "A Theoretical Basis for the Environmental Inverted-U and Implications for International Trade", Department of Economics, Williams College. Presentado en The NBER Universities-Research Conference on "Trade, the Environment, and Natural Resources".

Jones, L. y Manuelli, R.E. (1995). "A Positive Model of Growth and Pollution Controls", NBER Working Paper. 5205.

Kochi, Ikubo. Medina L., Patricia. (2013). "Más allá de la curva ambiental de Kuznets: comprensión de los determinantes de la degradación ambiental en México". Nóesis. 22 (43): 52-83.

Komen, M. H. C., S. Gerking y H. Folmer (1997), "Income and Environmental R&D: Empirical Evidence from OECD Countries", *Environment and Development Economics*, 2 , pp. 505-515.

Leigh, Raymond. (2004). "Economic Growth as Environmental Policy? Reconsidering the Environmental Kuznets Curve". Journal of Public Policy, 24 (3): 327-348.

Low, P. y Yeats, A. (1992). Do "dirty" industries migrate? En: P. Low (Ed.), *International trade and the environment*. Washington, D. C., World Bank.

Martínez G., Ángel. (1982). *Métodos Econométricos*. 2nd ed. México: Colegio de Postgraduados: 113-114.

Martínez G., Ángel. Martínez D., Miguel A. (2002). *Introducción a los Métodos Econométricos*. 1ª ed. México: Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA): 65-66.

Oxfam. (2015). "La desigualdad extrema de las emisiones de carbono". Nota informativa de Oxfam. En línea; (www.oxfam.org acceso: 8 de abril de 2017).

Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development*. Geneva, International Labor Office, Technology and Employment Programme.

Pearson, P. (1994) "Energy, externalities and environmental quality: will development cure the ills it creates?". Energy Studies Review, 6 (3):199-215.

prtr-es.es. (2017). "*N2O (ÓXIDO NITROSO)*". En línea consultada el 17/03/2017. En: <http://www.prtr-es.es/N2O-oxido-nitroso,15592,11,2007.html>

Ravallion, M. (2000). "Carbon emissions and income inequality", *Oxford Economic Papers*, N° 52, pp. 651-669.

Roca, J., y V. Alcantara. (2003). "Do Individual Preferences Explain the Environmental Kuznets Curve?", Ecological Economics, vol. 45 (1), pp. 3-10.

Roman, Rocio. (2014). "El gas metano: riesgo para la salud humana y el medio ambiente". *Inspira*, revista en línea consultada 24/10/2016. En: <http://fundrogertorne.org/salud-infancia-medio-ambiente/2014/01/10/el-gas-metano-riesgo-para-la-salud-humana-y-el-medio-ambiente/>

Rothman, D. (1998). *Environmental Kuznets curve-real progress or passing the buck*. En: *Ecological Economics*, Vol. 25, N.º 2, pp. 177-194.

Sánchez-Cohen, Ignacio. Díaz-Padilla, Gabriel. Ojeda-Bustamante, Waldo. Orona-Castillo, Ignacio. Villanueva-Díaz, José. Variabilidad climática de México: algunos impactos hidrológicos, sociales y económicos. Ingeniería hidráulica en México. 23 (4): 5-24, Octubre-Diciembre 2008.

Selden, T.M., Song, D. (1994). "Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?". Journal of Environmental Economics and Management. 27: 147-162.

Stokey, N.L. (1998). "Are there limits to growth?". International Economic Review. 39 (1): 1-31.

Téllez, Jairo. Rodríguez, Alba y Fajardo Álvaro. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. Revista salud pública. 8 (1): 108-117.

Torras, Mariano y Boyce, James. (1998). "Income inequality and pollution: A reassessment of the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*. N° 25, pp. 147-160.

Unruh, G.C. and Moomaw, W.R. (1998). "An alternative analysis of apparent EKC-type transitions". Ecological Economics. 25: 221-229.

Zilio, Mariana. El rol de la política energética en las emisiones por generación eléctrica de América Latina. Ciencias económicas. 30 (1): 109-132. 2012.

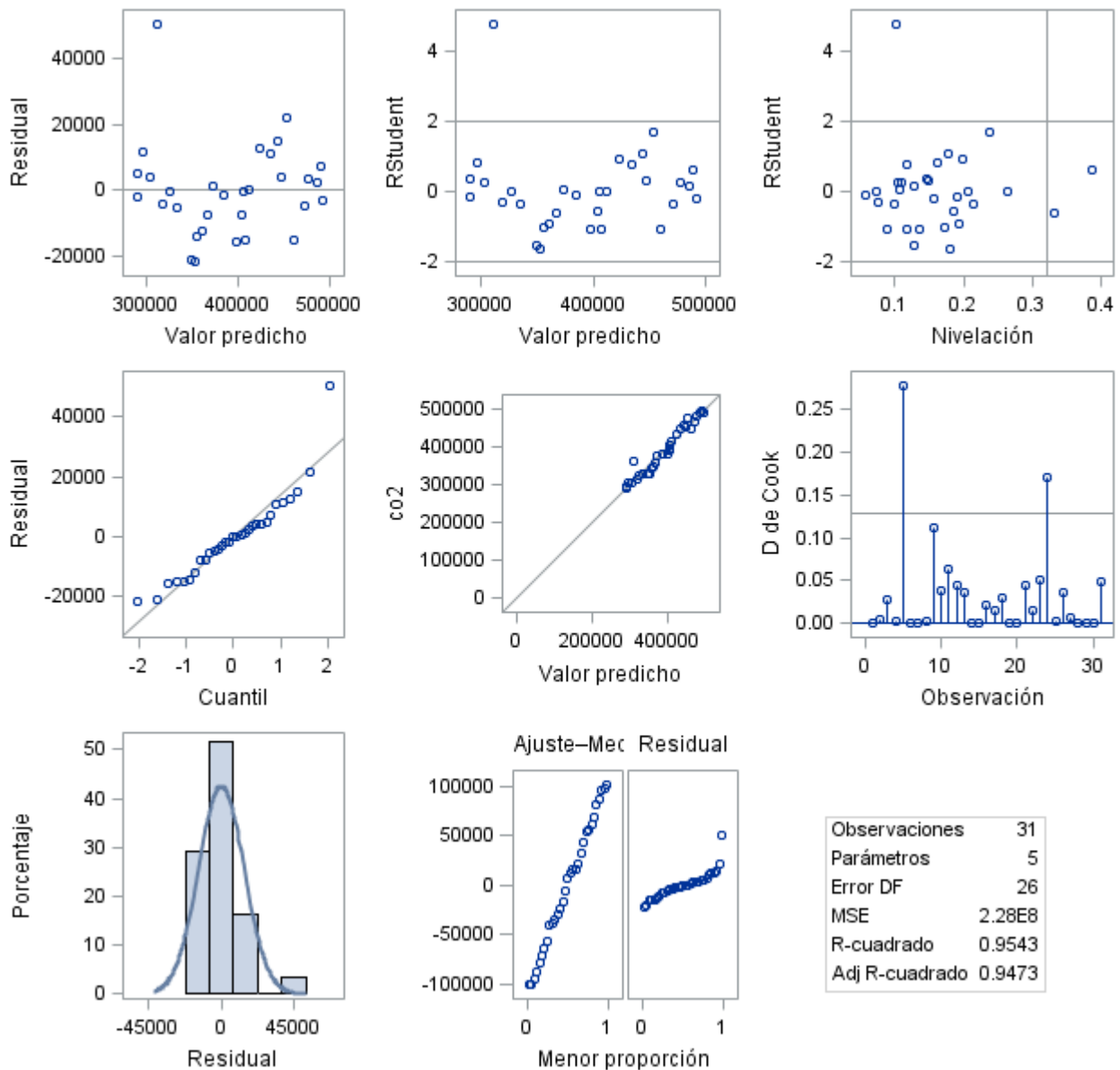
11.- ANEXOS

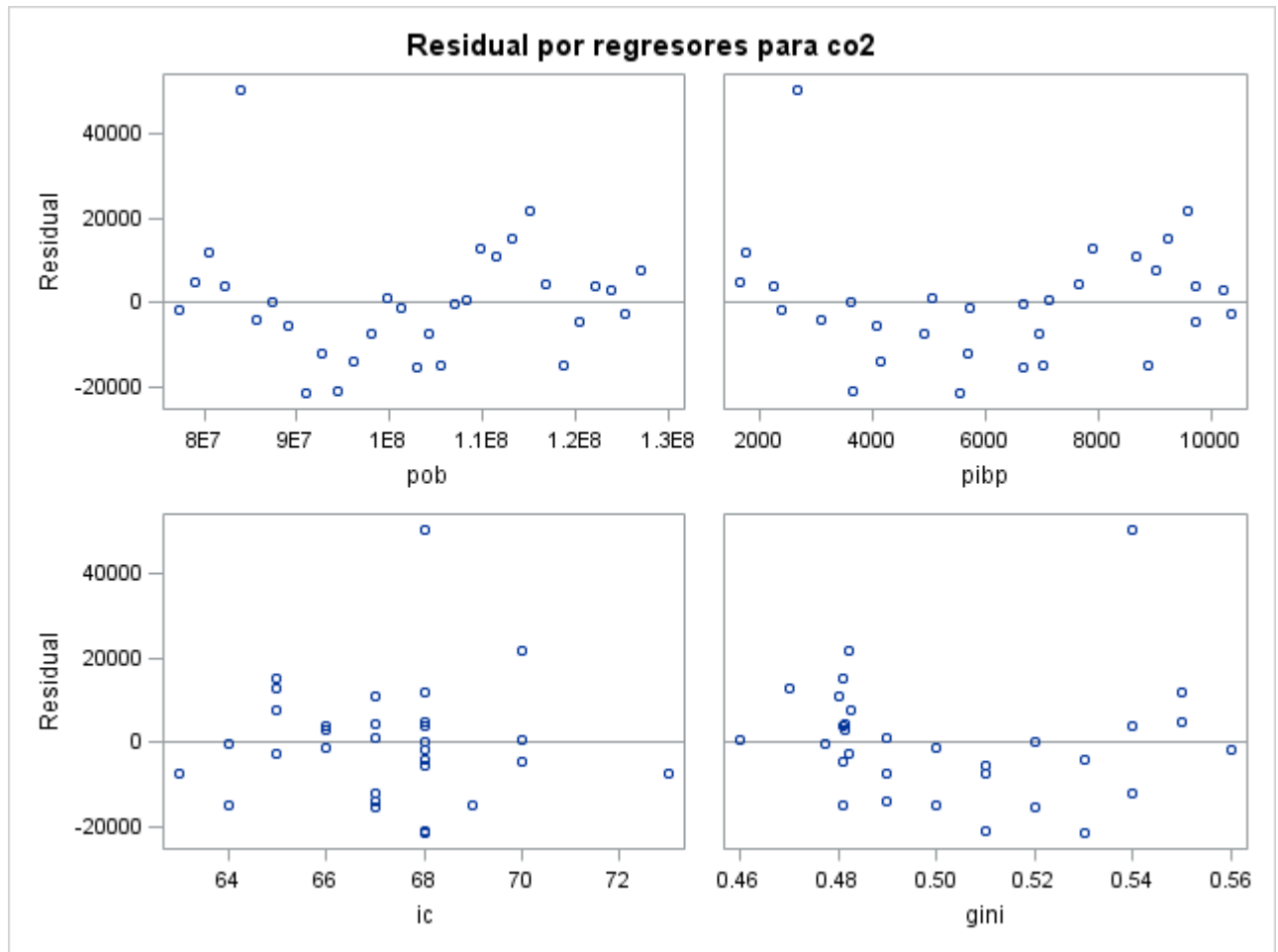
ANEXO 1.- Salida de SAS modelo lineal para CO₂.

Sistema SAS					
Procedimiento REG					
Modelo: MODEL1					
Variable dependiente: co2					
Número de observaciones leídas				31	
Número de observaciones usadas				31	
Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1.239837E11	30995928101	135.75	<.0001
Error	26	5936715669	228335218		
Total corregido	30	1.299204E11			
Raíz MSE					
		15111	R-cuadrado	0.9543	
Media dependiente					
		390745	R-Sq Adjust	0.9473	
Coef Var					
		3.86716			
Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	-60477	197919	-0.31	0.7624
pob	1	0.00336	0.00084183	3.99	0.0005
pibp	1	6.40728	3.90512	1.64	0.1129
ic	1	29.22307	1420.82152	0.02	0.9837
gini	1	131492	202801	0.65	0.5224

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: co2

Diagnósticos de ajuste para co2





Anexo 2.- Salida se SAS modelo cuadrático para CO₂.

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL 2
Variable dependiente: co2

Número de observaciones leídas 31

Número de observaciones usadas 31

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.253864E11	20897736385	110.62	<.0001
Error	24	4534009763	188917073		
Total corregido	30	1.299204E11			

Raíz MSE 13745 **R-cuadrado** 0.9651

Media dependiente 390745 **R-Sq Ajust** 0.9564

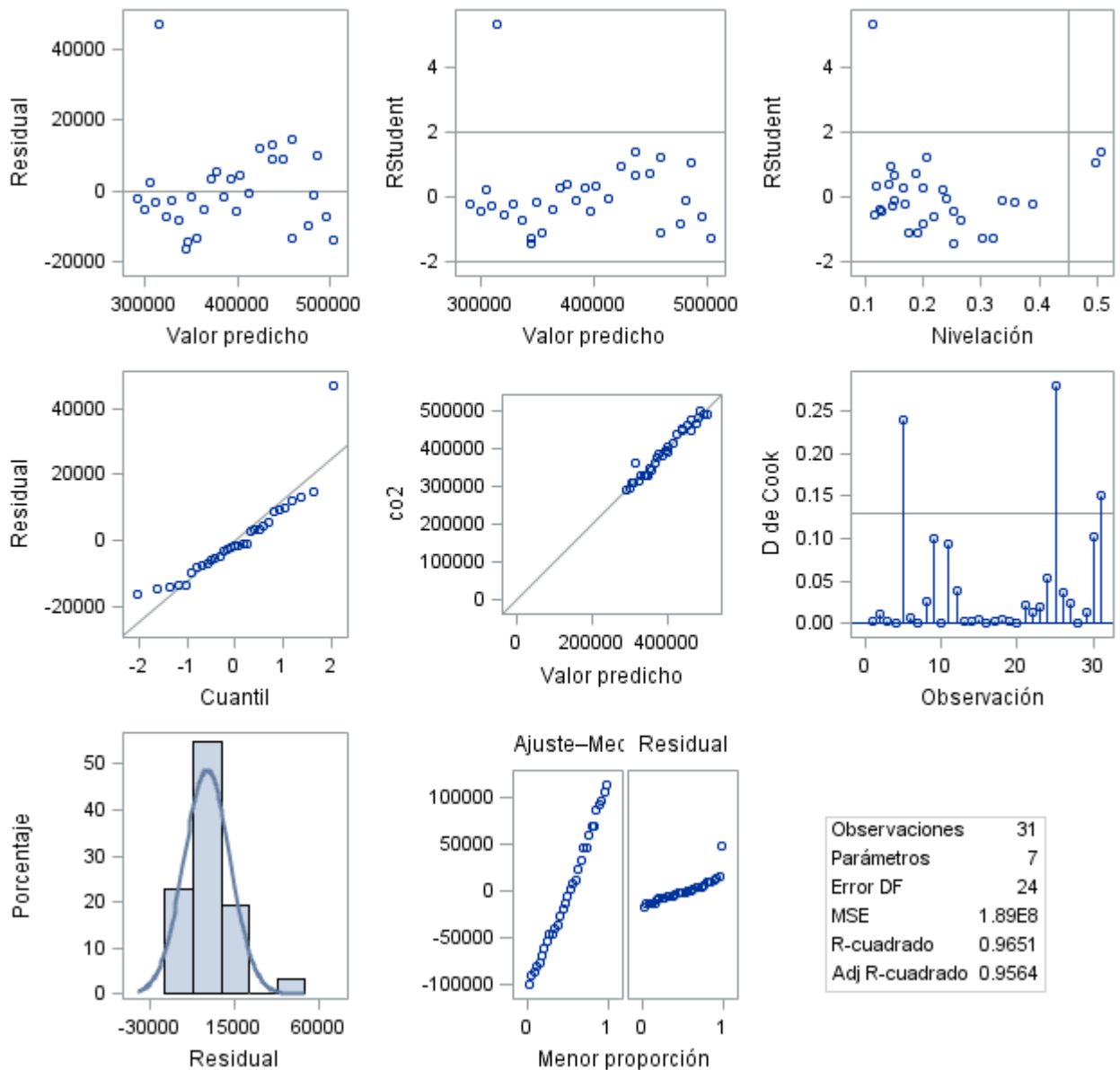
Coef Var 3.51756

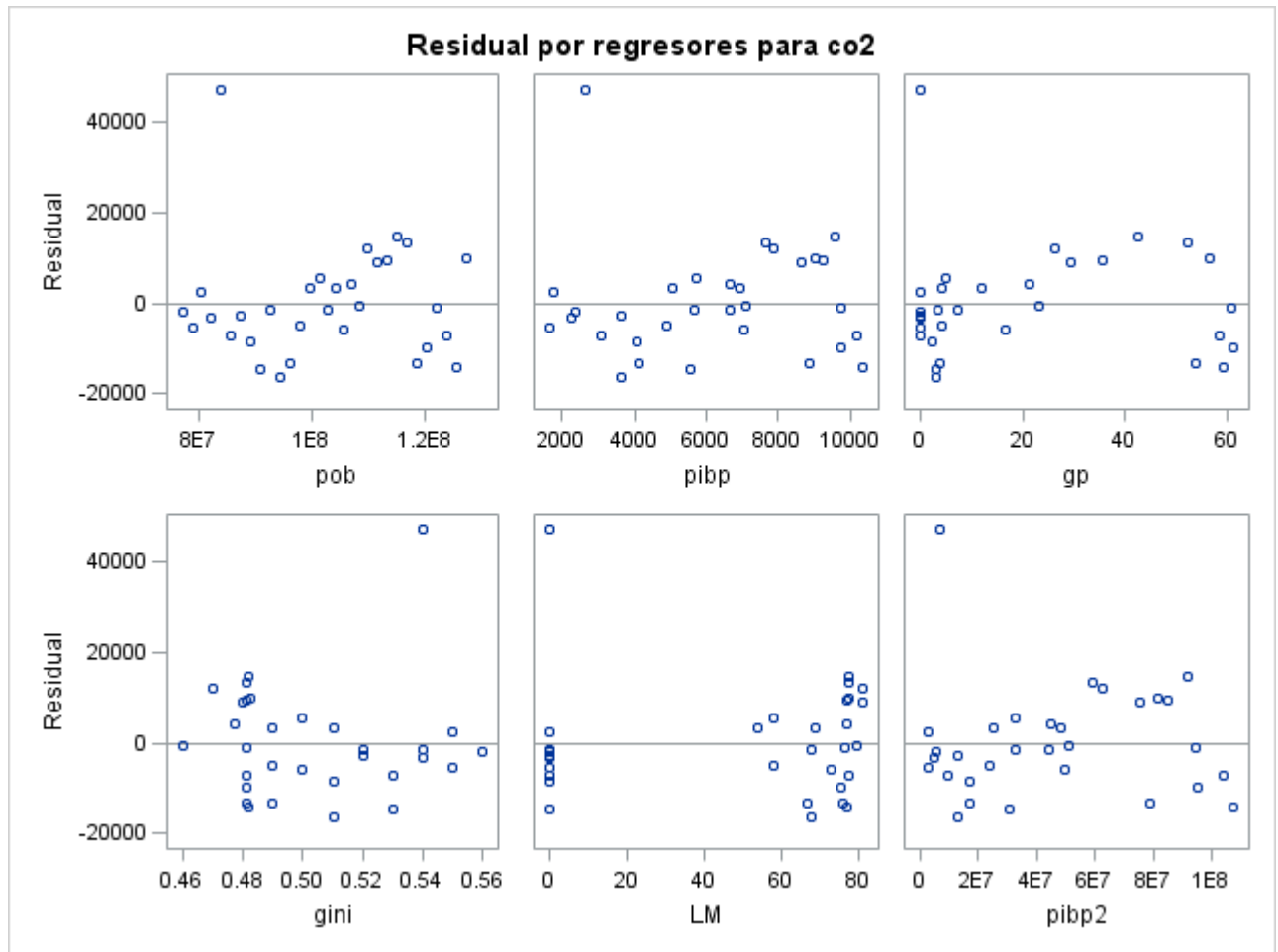
Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	158468	172029	0.92	0.3661
pob	1	0.00319	0.00129	2.48	0.0207
pibp	1	-8.35805	8.73184	-0.96	0.3480
gp	1	-169.97114	527.74882	-0.32	0.7502
gini	1	-182301	227959	-0.80	0.4317
LM	1	-122.60896	202.15670	-0.61	0.5499
pibp2	1	0.00130	0.00067606	1.92	0.0672

Procedimiento REG
Modelo: MODEL 2
Variable dependiente: co2

Diagnósticos de ajuste para co2





Anexo 3.- Salida se SAS modelo logarítmico para CO₂.

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL3
Variable dependiente: co2

Número de observaciones leídas 31

Número de observaciones usadas 31

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.255696E11	20928270705	115.44	<.0001
Error	24	4350803843	181283493		
Total corregido	30	1.299204E11			

Raíz MSE 13464 **R-cuadrado** 0.9665

Media dependiente 390745 **R-Sq Ajust** 0.9581

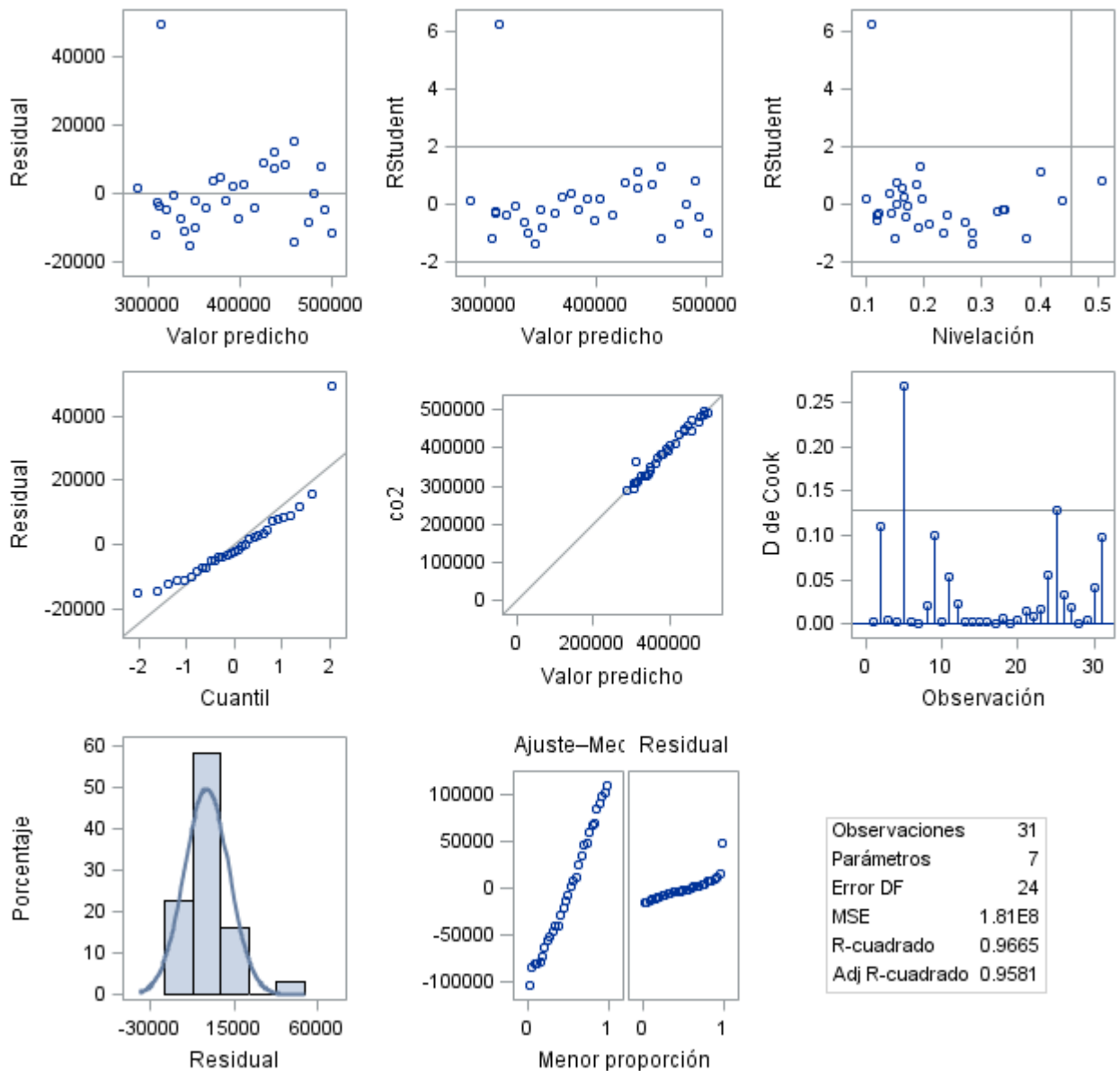
Coef Var 3.44576

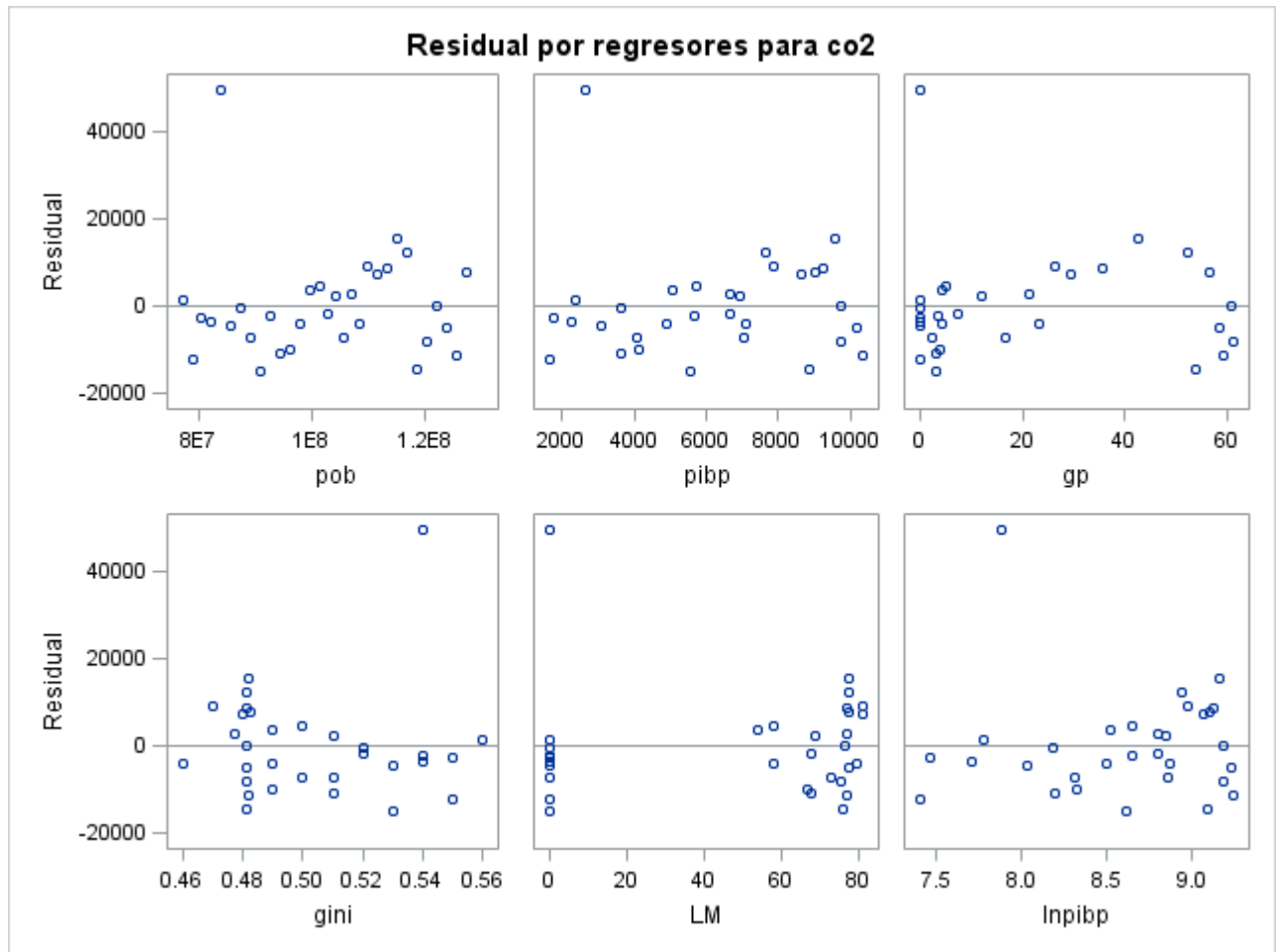
Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	673273	293178	2.30	0.0307
pob	1	0.00347	0.00129	2.68	0.0130
pibp	1	21.16555	7.42711	2.85	0.0088
gp	1	-285.00282	524.37041	-0.54	0.5918
gini	1	-242567	229673	-1.06	0.3014
LM	1	-203.39743	207.12311	-0.98	0.3359
lnpibp	1	-73150	33244	-2.20	0.0376

Procedimiento REG
Modelo: MODEL3
Variable dependiente: co2

Diagnósticos de ajuste para co2





Anexo 4.- Salida se SAS modelo lineal para CH₄.

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: met

Número de observaciones leídas 31

Número de observaciones usadas 31

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2600870660	520174132	27.38	<.0001
Error	25	474894373	18995775		
Total corregido	30	3075765033			

Raíz MSE 4358.41427 **R-cuadrado** 0.8456

Media dependiente 106317 **R-Sq Ajust** 0.8147

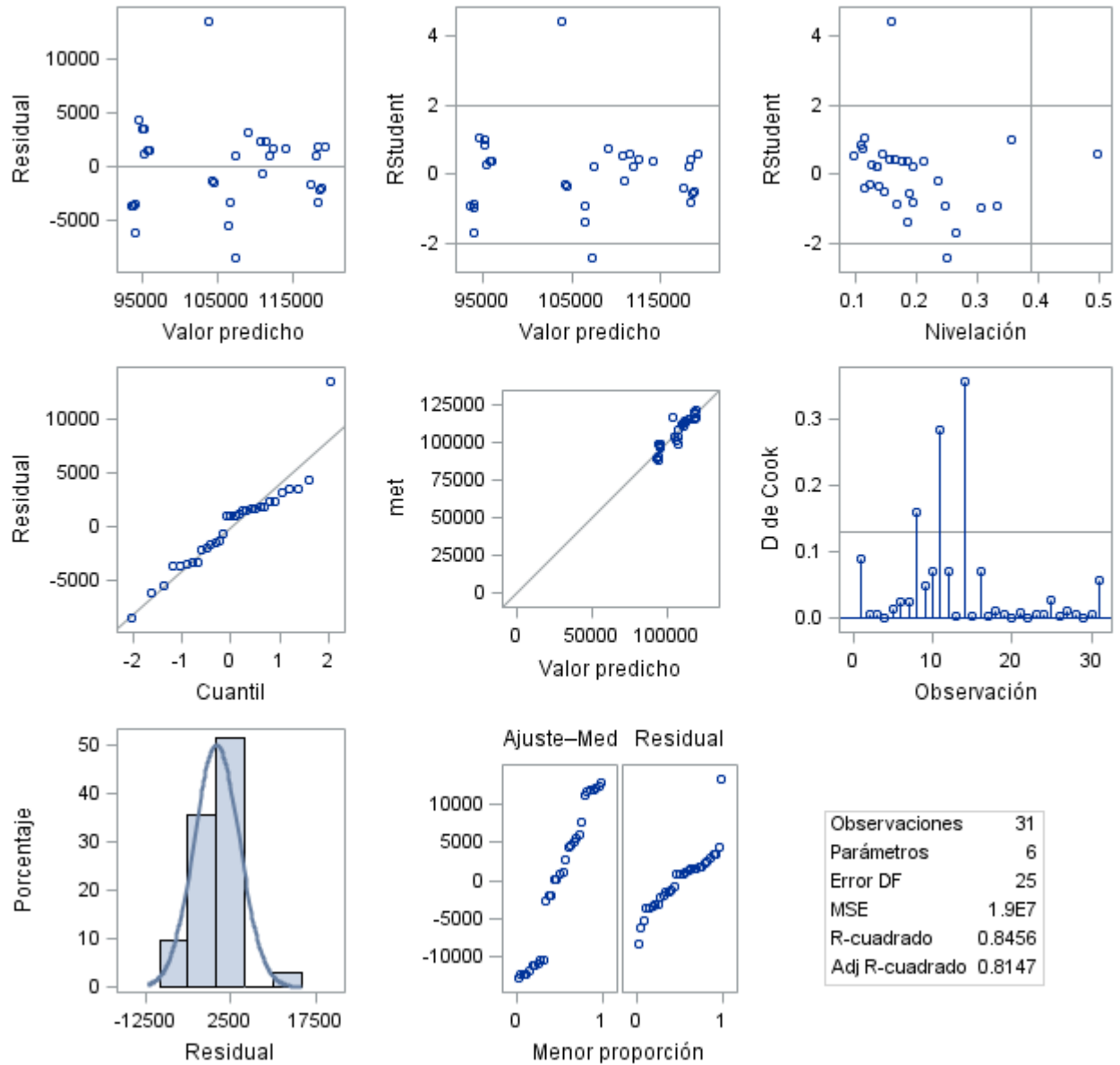
Coef Var 4.09945

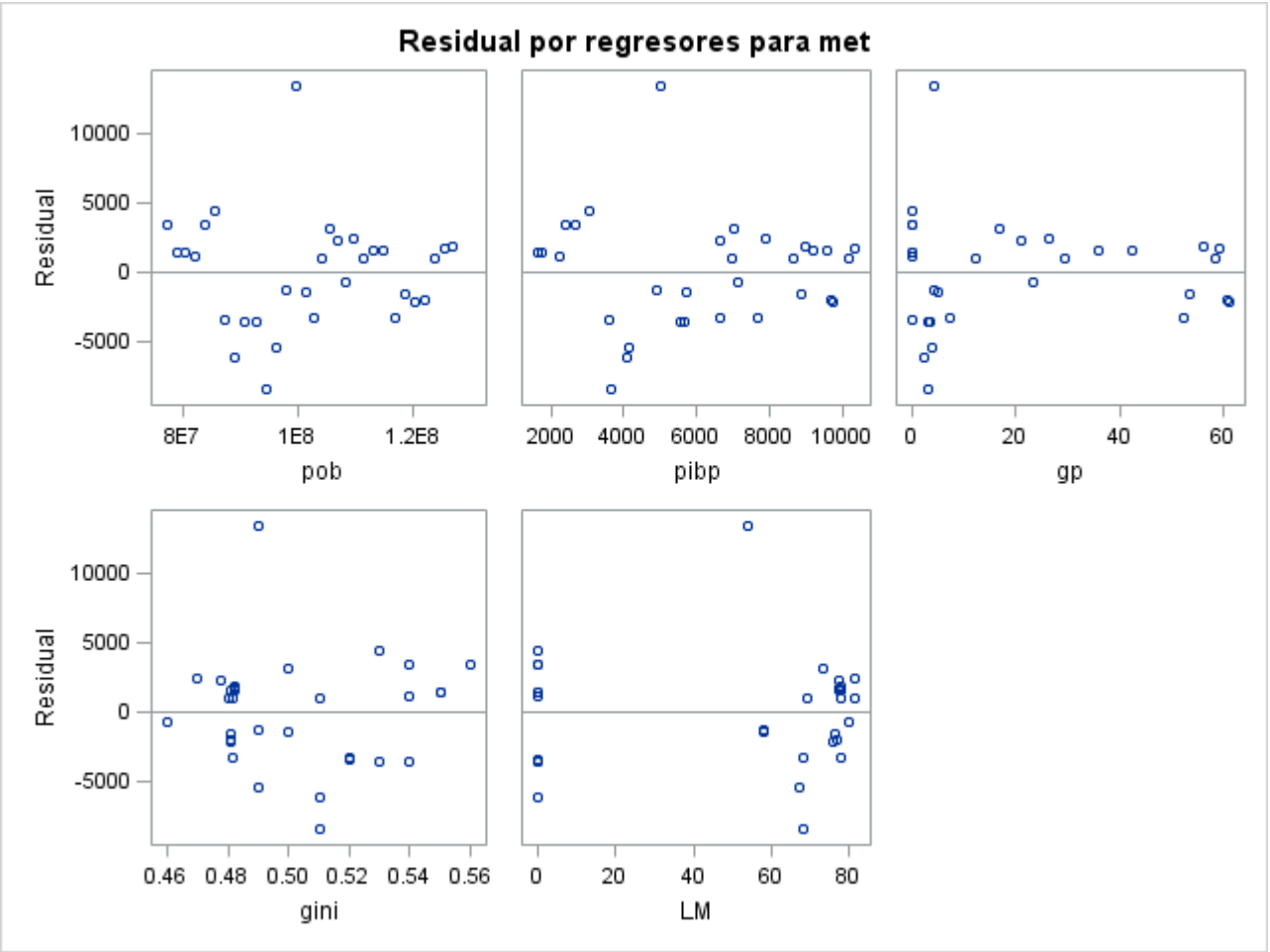
Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	73039	54506	1.34	0.1923
pob	1	0.00011509	0.00037603	0.31	0.7621
pibp	1	-0.98311	1.15889	-0.85	0.4043
gp	1	235.46053	112.20967	2.10	0.0461
gini	1	27685	69768	0.40	0.6949
LM	1	177.30900	62.70204	2.83	0.0091

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: met

Diagnósticos de ajuste para met



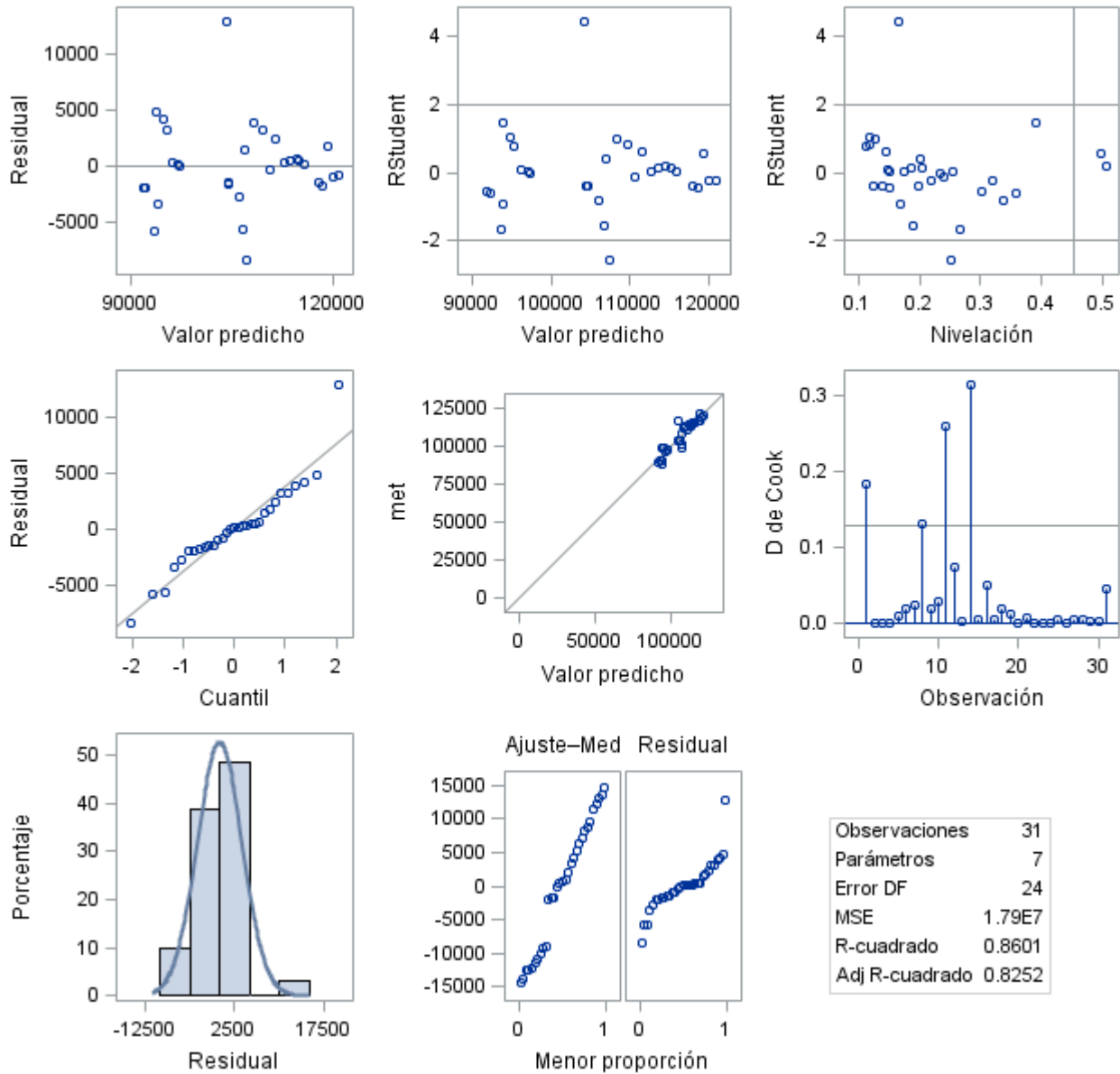


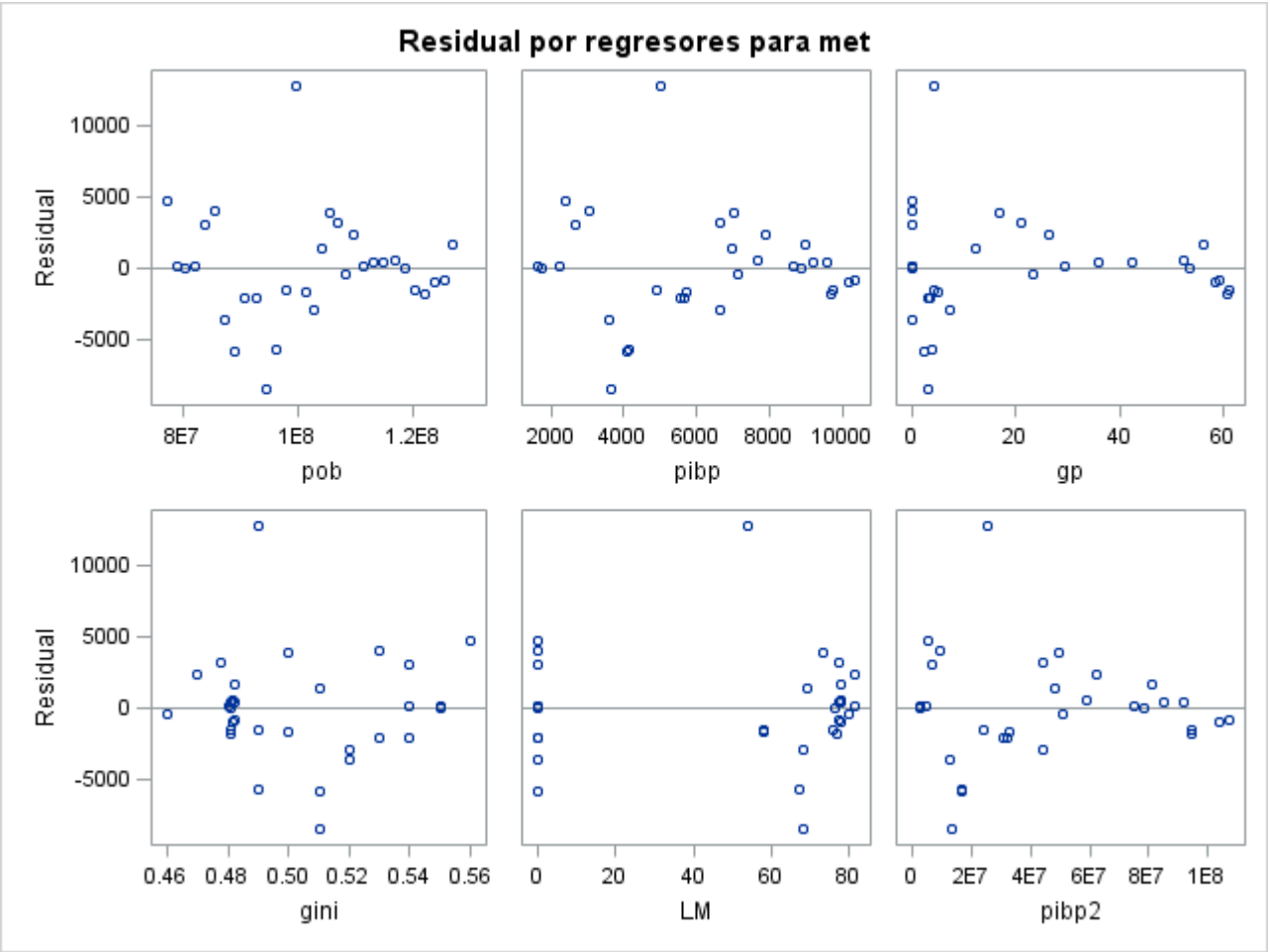
Anexo 5.- Salida se SAS modelo cuadrático para CH₄.

Sistema SAS					
Procedimiento REG					
Modelo: MODEL2					
Variable dependiente: met					
Número de observaciones leídas				31	
Número de observaciones usadas				31	
Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2645597126	440932854	24.60	<.0001
Error	24	430167907	17923663		
Total corregido	30	3075765033			
Raíz MSE		4233.63470	R-cuadrado	0.8601	
Media dependiente		106317	R-Sq Adjust	0.8252	
Coef Var		3.98209			
Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	76413	52988	1.44	0.1622
pob	1	0.00036052	0.00039693	0.91	0.3728
pibp	1	-4.84173	2.68958	-1.80	0.0844
gp	1	44.95146	162.55676	0.28	0.7845
gini	1	-1329.46388	70216	-0.02	0.9851
LM	1	156.85410	62.26814	2.52	0.0188
pibp2	1	0.00032895	0.00020824	1.58	0.1273

Procedimiento REG
Modelo: MODEL2
Variable dependiente: met

Diagnósticos de ajuste para met



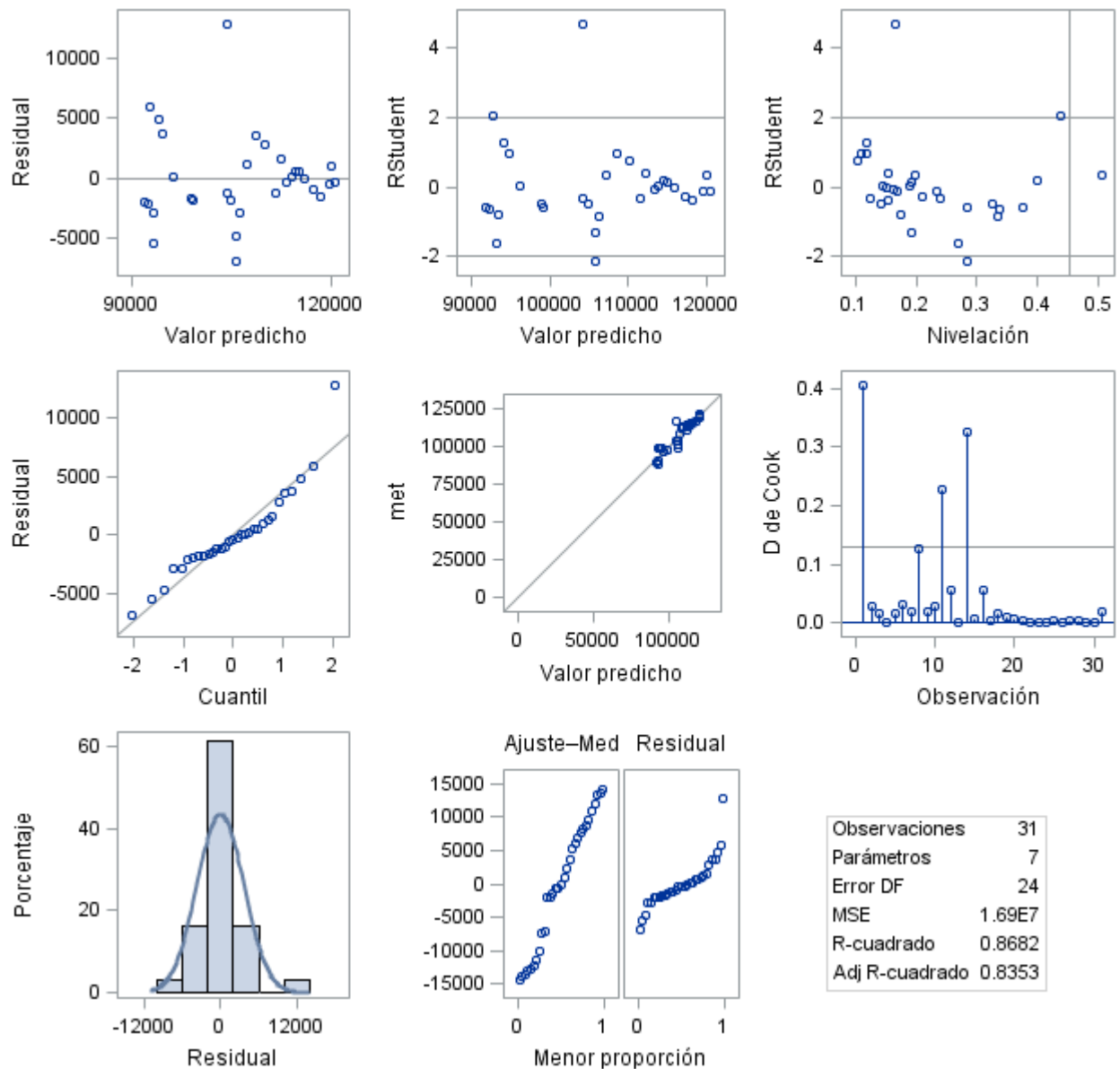


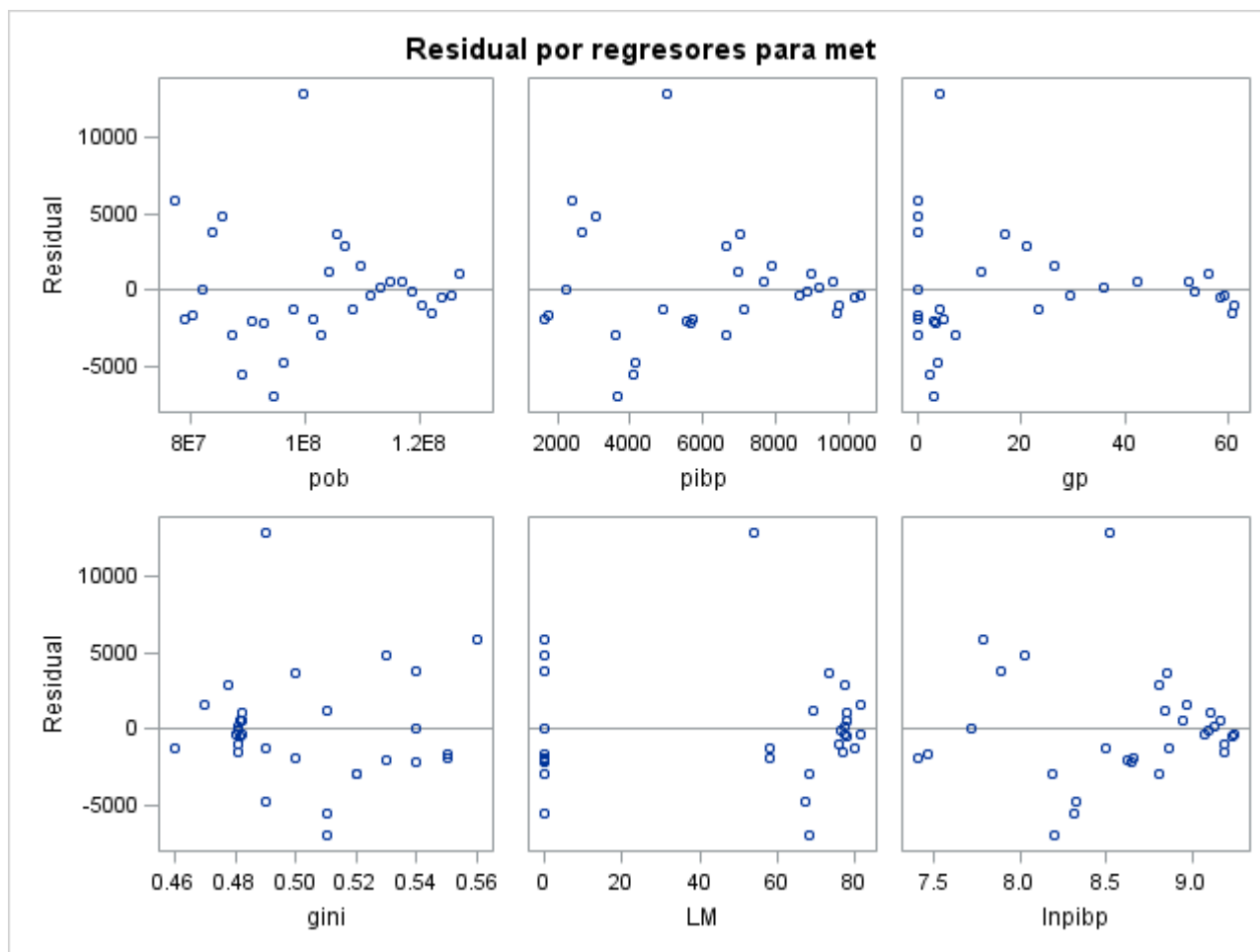
Anexo 6.- Salida se SAS modelo logarítmico para CH₄.

Sistema SAS					
Procedimiento REG					
Modelo: MODEL3					
Variable dependiente: met					
Número de observaciones leídas				31	
Número de observaciones usadas				31	
Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2670500347	445083391	26.36	<.0001
Error	24	405264685	16886029		
Total corregido	30	3075765033			
Raíz MSE		4109.26132	R-cuadrado	0.8682	
Media dependiente		106317	R-Sq Adjust	0.8353	
Coef Var		3.86510			
Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	221782	89478	2.48	0.0206
pob	1	0.00046443	0.00039407	1.18	0.2501
pibp	1	3.04980	2.26675	1.35	0.1911
gp	1	-8.38169	160.03789	-0.05	0.9587
gini	1	-21492	70096	-0.31	0.7618
LM	1	131.85183	63.21399	2.09	0.0478
lnpibp	1	-20603	10146	-2.03	0.0535

Procedimiento REG
Modelo: MODEL3
Variable dependiente: met

Diagnósticos de ajuste para met





Anexo 7.- Salida se SAS modelo lineal para N₂O.

Sistema SAS

Procedimiento REG
 Modelo: MODEL1
 Variable dependiente: noxp
Número de observaciones leídas 31
Número de observaciones usadas 31

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	1.26019E-7	2.520379E-8	32.61	<.0001
Error	25	1.931923E-8	7.72769E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			

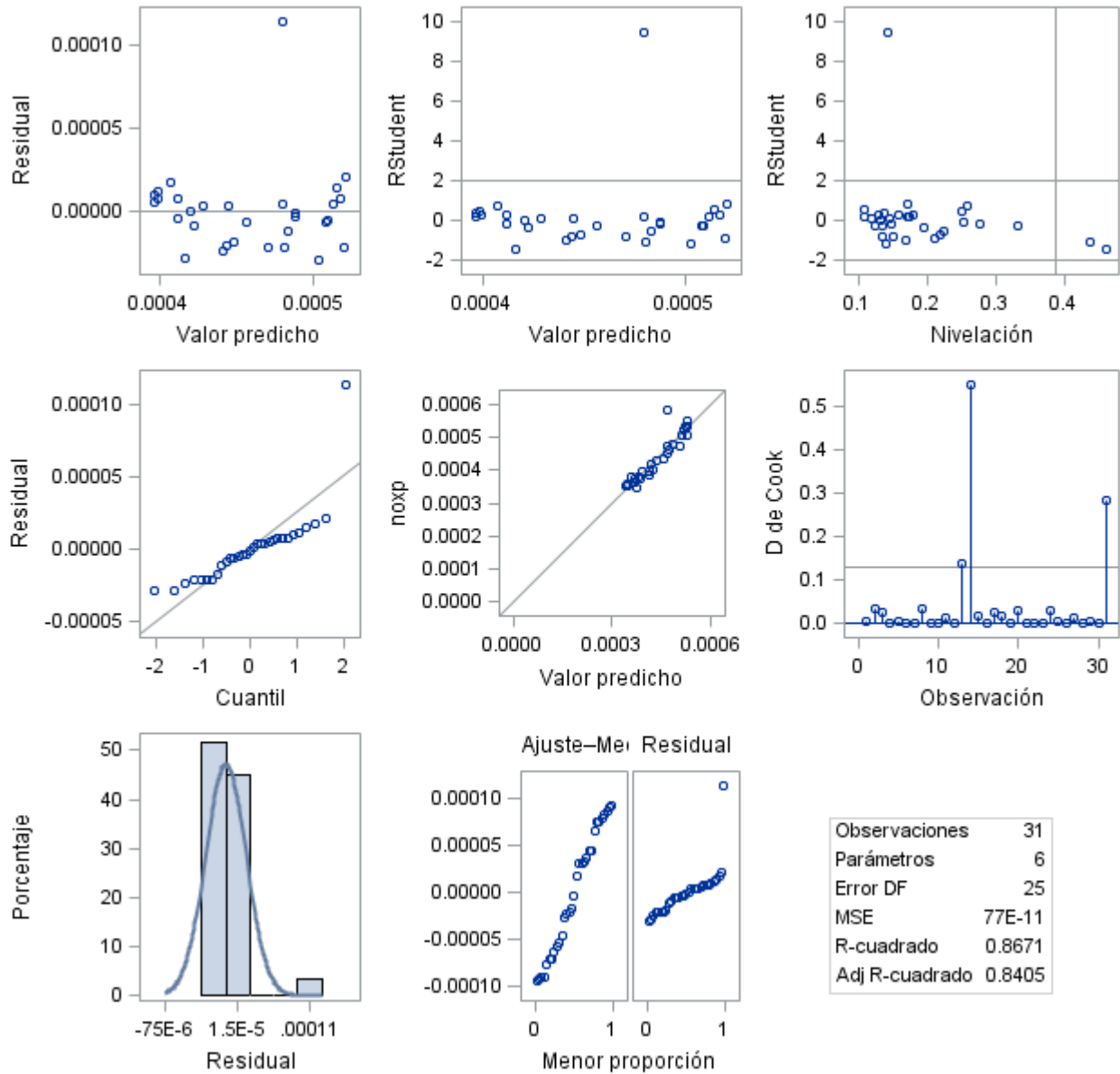
Raíz MSE 0.00002780 **R-cuadrado** 0.8671
Media dependiente 0.00043783 **R-Sq Ajust** 0.8405
Coef Var 6.34916

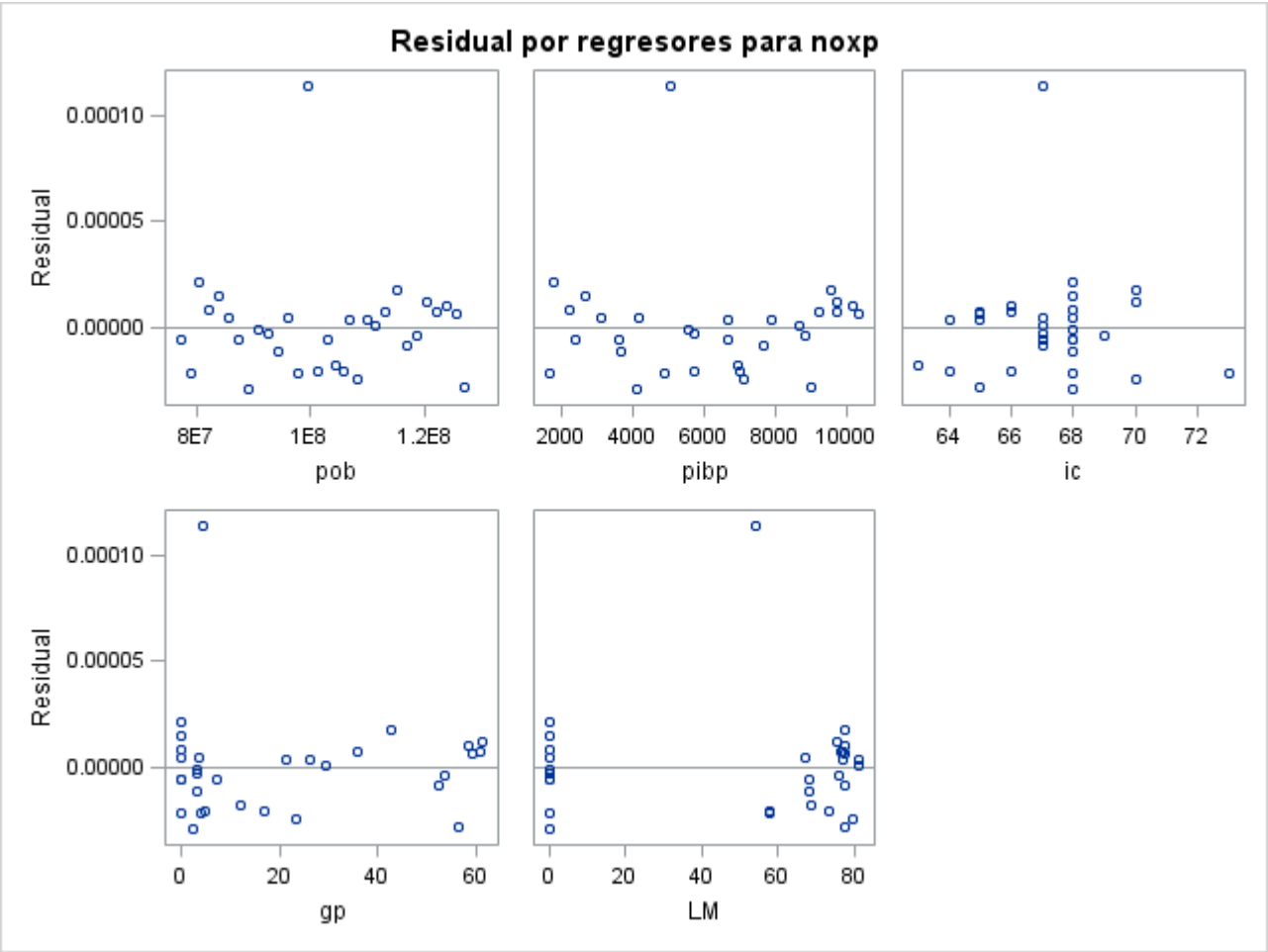
Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00033640	0.00027726	1.21	0.2364
pob	1	2.0679E-12	2.31715E-12	0.89	0.3807
pibp	1	-1.75077E-8	7.356659E-9	-2.38	0.0253
ic	1	8.58966E-7	0.00000264	0.33	0.7473
gp	1	-0.00000122	7.200067E-7	-1.70	0.1024
LM	1	-6.92565E-7	3.70477E-7	-1.87	0.0733

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: noxp

Diagnósticos de ajuste para noxp



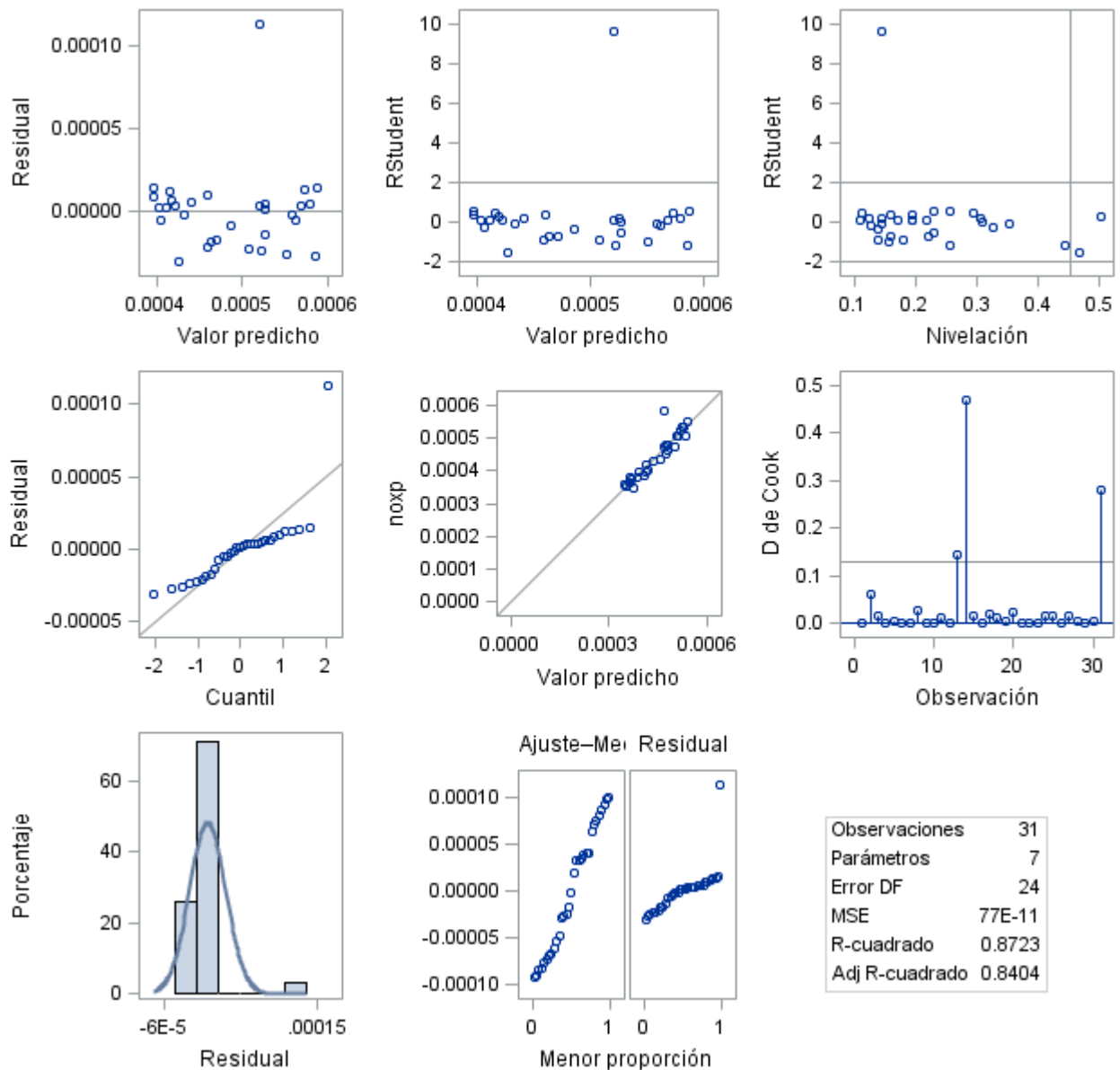


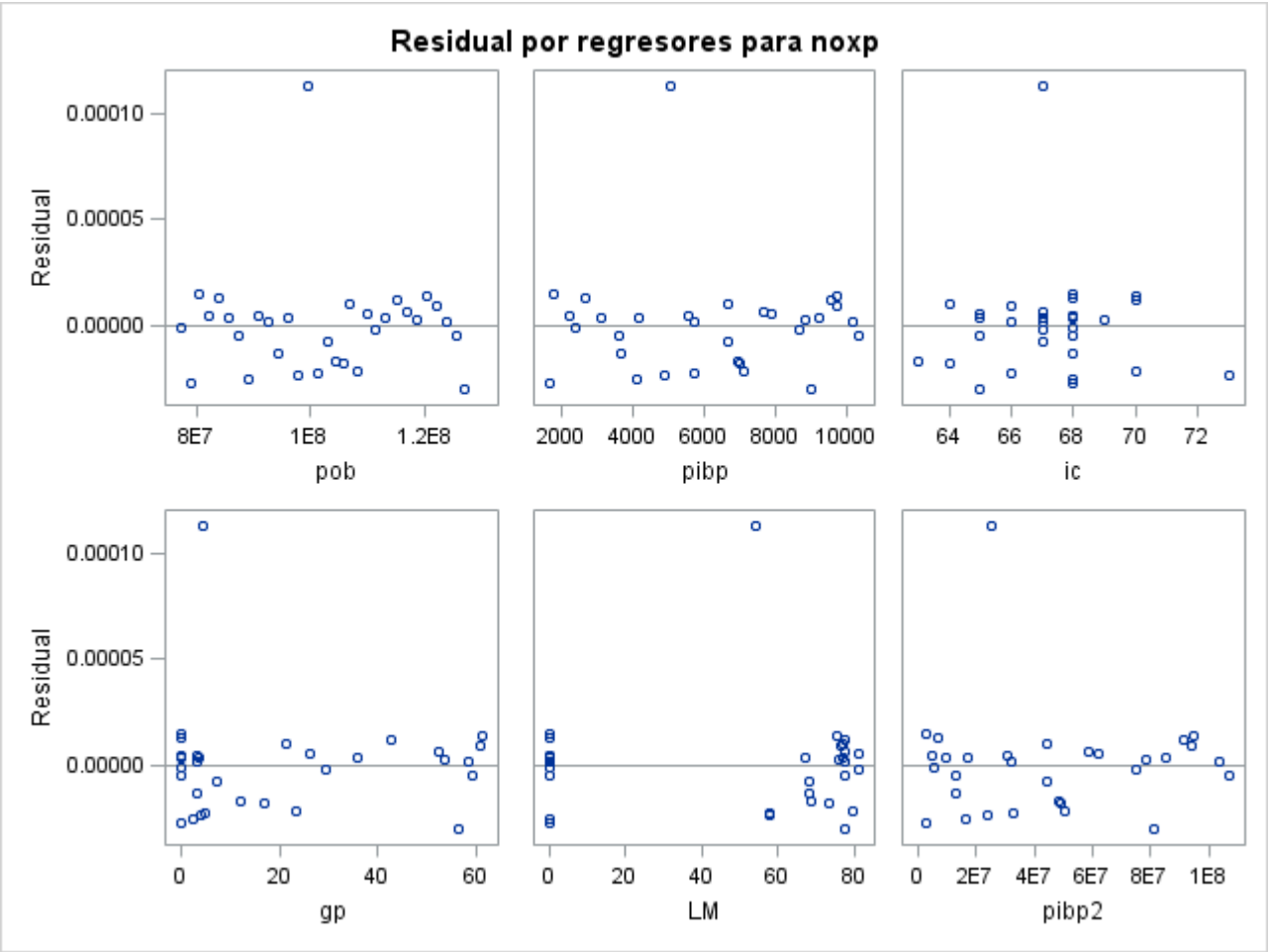
Anexo 8.- Salida se SAS modelo cuadrático para N₂O.

Sistema SAS					
Procedimiento REG					
Modelo: MODEL2					
Variable dependiente: noxp					
Número de observaciones leídas				31	
Número de observaciones usadas				31	
Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.267808E-7	2.113013E-8	27.33	<.0001
Error	24	1.855742E-8	7.73226E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			
Raíz MSE					
		0.00002781	R-cuadrado	0.8723	
Media dependiente					
		0.00043783	R-Sq Ajust	0.8404	
Coef Var					
		6.35104			
Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00024207	0.00029317	0.83	0.4171
pob	1	3.30353E-12	2.63097E-12	1.26	0.2213
pibp	1	-3.32041E-8	1.7442E-8	-1.90	0.0690
ic	1	0.00000122	0.00000266	0.46	0.6502
gp	1	-0.00000205	0.00000110	-1.86	0.0755
LM	1	-7.38824E-7	3.735054E-7	-1.98	0.0595
pibp2	1	1.32292E-12	1.3328E-12	0.99	0.3308

Procedimiento REG
Modelo: MODEL2
Variable dependiente: noxp

Diagnósticos de ajuste para noxp





Anexo 9.- Salida se SAS modelo logarítmico para N₂O.

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL3
Variable dependiente: noxp

Número de observaciones leídas 31

Número de observaciones usadas 31

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.262519E-7	2.104198E-8	26.46	<.0001
Error	24	1.908629E-8	7.95262E-10		
Total corregido	30	1.453382E-7			

Raíz MSE 0.00002820 **R-cuadrado** 0.8687

Media dependiente 0.00043783 **R-Sq Ajust** 0.8358

Coef Var 6.44090

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.00051228	0.00042979	1.19	0.2449
pob	1	2.88219E-12	2.79091E-12	1.03	0.3120
pibp	1	-1.05152E-8	1.492053E-8	-0.70	0.4877
ic	1	0.00000121	0.00000275	0.44	0.6641
gp	1	-0.00000171	0.00000115	-1.48	0.1528
LM	1	-7.47016E-7	3.890636E-7	-1.92	0.0668
lnpibp	1	-0.00003639	0.00006724	-0.54	0.5934

Procedimiento REG
Modelo: MODEL3
Variable dependiente: noxp

Diagnósticos de ajuste para noxp

