

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León**  
**UNAN-León**  
**Facultad De Ciencias Económicas y Empresariales**  
**Departamento de Economía**



**Monografía para optar al título de licenciado en Economía**

Evidencia Empírica de la Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-  
2018.

Presentado por:

Br. Centeno García Norlan Isidro

Br. Pereira Rivera Octavio José

Br. Tórrez Herrera Francisco Maximino

**Tutor.** Dr. Juan Diego Solís Álvarez. PhD.

León, Nicaragua diciembre 2021

“A la Libertad por la Universidad”

## **Dedicatoria**

Este logro es dedicado a los pilares de nuestra vida:

A Dios por darnos la vida, fortaleza, valentía de asumir este reto y sabiduría para llegar a la meta.

A nuestros padres, que por su sacrificio e inmenso amor hemos logrado cada uno de nuestros sueños y los más profundos anhelos de nuestro corazón, ya que nos han guiado y motivado en cada etapa de nuestro crecimiento, poniendo por delante grandes valores como la humildad, la honestidad y el respeto. Sin ellos, sin su amor, esfuerzo y ese ejemplo de superación que siempre nos han transmitido, nada de esto hubiese sido posible.

A todas las personas especiales que estuvieron en este proceso, aportando a nuestra formación tanto profesional y como ser humano.

**Br. Norlan Centeno**  
**Br. Octavio Pereira**  
**Br. Francisco Tórrez**

## **Agradecimientos**

A Dios primeramente ya que fue el motor de cambio en mi vida y transformó mi manera de pensar, siempre fue la fuente de mi motivación cada año a continuar para ser una mejor persona cada día.

A mi madre, a ti mí ser más amado, ya que nunca desistió de mí, su paciencia, comprensión, apoyo y amor estuvo siempre conmigo, aun cuando nadie más creyó en mí, su brazo nunca se apartó de mi lado y siempre estará en mi corazón y mente, cada esfuerzo y sacrificio que diste para mi persona, por esto hoy en día soy el hombre que soy, tu licenciado.

A mi padre, quien me apoyo con su consejo, apoyo, cariño y su madurez, formó en mi vida un mejor hombre, más maduro y sabio, gracias por todas tus correcciones que valoro y tomo en cuenta cada una de ellas.

A todas las personas que estuvieron presentes en mi vida amigos, compañeros de universidad y demás familiares que creyeron en mí, su fe, motivación y picardía las llevare siempre conmigo.

**Br. Norlan Centeno**

## **Agradecimientos**

Agradezco total y profundamente a Dios por haberme dado la fuerza para continuar cada día a lo largo de toda mi carrera, por darme su consuelo y su ayuda cuando más lo necesitaba, sobre todo en este duro proceso de mi trabajo monográfico, por brindarme la fuerza, la sabiduría y la inteligencia que requiero para finalmente culminar mi carrera universitaria con éxito.

Estoy completamente agradecido con mi madre y tío, Ludia Abigail Rivera Dávila y Joaquín Octavio Suncin Rivera, quienes han sido un pilar fuerte y fundamental en mi vida, gracias por el apoyo incondicional que me han otorgado con sus esfuerzos, por todos sus consejos sabios que enriquecen mi vida, por inculcarme valores y principios de honestidad, humildad, responsabilidad y lealtad, dando lo mejor como padres ejemplares.

Gracias a mi abuelita (El amor de mi vida) Otilia Rivera que en paz descansa, por ser como una segunda madre para mí; a mi tía Ingrid Rivera quien ha sido parte de este largo proceso en el cual me extendió su mano para brindarme su apoyo incondicional.

Finalmente, agradezco a mis compañeros Norlan Centeno y Francisco Tórrez, por el esfuerzo para concluir con éxito nuestra monografía. A nuestro tutor Juan Diego Solís Álvarez, por sus conocimientos para poder realizar este trabajo investigativo. Y en general, a todos aquellos con los que he podido colaborar a lo largo de mi carrera. A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, por ser mi alma mater.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vallas”. Josué 1:9

**Br. Octavio Rivera**

## **Agradecimientos**

Momentos difíciles, largas horas de estudio y cambios de rutina, pero he finalizado una meta que abre paso a nuevas etapas de mi vida. Por eso y todo lo vivido agradezco a Dios por ser mi guía en este camino, por la sabiduría y la fuerza que necesité para lograr uno de mis grandes sueños.

A mis padres, Francisco Tórrez, Sayda Herrera y mis hermanos, por su apoyo incondicional, paciencia y sacrificio aun cuando los días parecían ser grises.

A Yadira Gutiérrez e hijo por apoyarme siempre y brindarme su confianza, también a Alexander Fonseca y demás amigos por brindarme su amistad y poder contar con ellos sin importar las circunstancias.

Agradezco a mi tutor Dr. Juan Diego Solís Álvarez por su valioso aporte de conocimiento y consejos, así mismo a mis compañeros de monografía Norlan Centeno y Octavio Pereira por compartir conmigo esta última fase de aprendizaje.

Mi gratitud a cada una de las personas que confiaron y me hicieron creer que si era capaz de lograrlo.

**Br. Francisco Tórrez**

## Resumen

La relación entre crecimiento económico y el deterioro ambiental ha sido un tema de debate entre los investigadores, tomando como referencia, la hipótesis de la Curva Medioambiental de Kuznets (CMK), la cual sostiene que la contaminación aumenta con el crecimiento económico y se comporta como una U invertida. Este estudio tiene como objetivos Analizar los efectos del crecimiento económico y la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales en la contaminación ambiental de Nicaragua. Para responder al objetivo definido se utilizó la metodología econométrica empleando el método Mínimos Cuadrados Ordinarios. Entre los principales hallazgos encontrado de esta investigación se ha verificado la relación entre las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab y el PIB per cápita, la cual se ajusta a una Curva Medioambiental de Kuznets en forma de N. El crecimiento económico en el corto plazo tiene niveles importantes de contaminación ambiental, sin embargo, a medida que la economía crece a lo largo del tiempo, se mejoran los niveles de contaminación ambiental y para Nicaragua, se puede mejorar la Curva Medioambiental de Kuznets, incorporando variables que contribuya a mejorar la variabilidad total explicada por el deterioro ambiental.

**Palabras claves:** *Curva Medioambiental de Kuznets; Contaminación Ambiental; Crecimiento Económico; Tecnología; Dióxido de Carbono, Ley ambiental, econometría.*  
**Clasificación JEL:** B23, C01, C13, Q1, Q50, Q51, Q53, Q56, Q58.

## Índice

I. Introducción .....	1
II. Objetivos.....	4
III. Marco Teórico .....	5
3.1. Marco Conceptual .....	5
3.2. Teoría Económica, Referente al Medio Ambiente .....	12
3.3. Teoría Econométrica.....	15
IV. Diseño Metodológico.....	19
4.1. Tipo de Investigación.....	19
4.2. Área de Estudio .....	19
4.3. Fuente de Información .....	20
4.4. Procedimiento de Recolección de Datos .....	20
4.5. <i>Plan de Análisis</i> .....	25
4.6. <i>Operacionalización de variables</i> .....	26
V. Resultados y Análisis .....	27
5.1. Descripción de las Variables en el Periodo de Estudio .....	28
5.2. Estimación del Modelo Econométrico Curva Medioambiental de Kuznets .....	33
VI. Conclusiones .....	38
VII. Recomendaciones .....	40
VIII. Referencias Bibliográficas .....	41
IX. Anexos .....	45

## I. Introducción

El medio ambiente se convirtió en una cuestión de importancia internacional en 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, donde fueron abordados problemas ambientales, ante esta situación era evidente que la protección de este se convertiría en una cuestión de supervivencia para todos. La relación entre crecimiento económico y medio ambiente ha sido polémica durante mucho tiempo, por los diversos planteamientos existentes en torno a tal relación (Correa, 2004).

Teóricos economistas y científicos han argumentado que el incremento del Producto Interno Bruto (PIB) dañará el ambiente natural, otros han sostenido que la economía puede crecer sin dañar la calidad del medio ambiente, Grossman y Krueger (1991), Selden y Song (1994) han mostrado que para el caso de algunos indicadores ambientales la relación entre ellos y el PIB per cápita se comporta en forma de U invertida obedeciendo a los principios de la teoría de Kuznets.

En este escenario definido por la problemática ambiental y el crecimiento económico, múltiples estudios se enfocan en demostrar la existencia del cumplimiento de la teoría de la Curva Medioambiental de Kuznets. Pinzón y Gonzales (2018) al tomar variables como PIB per cápita y Dioxido de Carbono ( $CO_2$ ), determinan que un aumento en el PIB per cápita genera un aumento en las emisiones de  $CO_2$  en el largo plazo, y encuentran que la Curva Medioambiental de Kuznets tiene forma de N, debido a que Colombia es un país en desarrollo. Además, en Nicaragua el estudio realizado por Arostegui y Baltodano (2019) comprueba que existe un comportamiento de U invertida tal como lo plantea la teoría, considerando la relación entre las variables PIB per capita, emisiones de  $CO_2$  y la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 217 en los años 1980-2014.

El crecimiento económico mundial es impulsado por diferentes actividades productivas, desarrolladas a partir de la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales (Thorpe y Aguilar, 2010). La región centroamericana inició un proceso de



## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

crecimiento económico acelerado desde 1950, fomentado por la exportación de los principales productos hacia los mercados internacionales (CEPAL, 2014).

Según Parra (2016) las actividades productivas traen consigo la generación de contaminantes antropogénicas, lo que conlleva a la problemática planteada por la Curva Medioambiental de Kuznets, al pensar que el PIB es la causa y la cura del problema ambiental debido a que la degradación de esta es un costo necesario para sostener el proceso de crecimiento, pero al existir aumentos del producto, esto conlleva a mejores procesos productivos que impactan positivamente al medio ambiente, sin embargo, los países en vías de desarrollo y sumidos en la pobreza pueden llegar a no ser capaces de revertir la tendencia creciente.

El incremento de las emisiones de  $CO_2$  en Centroamérica y el impacto en la temperatura regional desde 1976 ha mostrado anomalías positivas (SICA, 2019). Por lo tanto al evidenciar que la degradación del medio ambiente es consecuencia del crecimiento económico nos preguntamos ¿Cómo el crecimiento económico ha incidido en el medio ambiente de Nicaragua en el periodo 1960-2018?

El interés por mostrar empíricamente la relación entre crecimiento económico y el deterioro ambiental surge desde 1990. La hipótesis sostiene que la contaminación ambiental aumenta con el crecimiento económico hasta cierto nivel de ingreso, después del cual, empieza a decrecer, y que un país contamina más en las primeras etapas del proceso de desarrollo, pero gracias al mismo, y a la riqueza obtenida en las últimas etapas del proceso, este país estaría en condiciones de invertir en mejora ambiental.

La importancia de este estudio radicó en comprobar la validez de la hipótesis planteada de la Curva Medioambiental de Kuznets en países en vías de desarrollo, teniendo en cuenta diversos indicadores que miden el deterioro ambiental y el nivel de ingresos; emisiones de  $CO_2$ , y PIB per cápita empleadas por Grossman y Krueger (1995), también es importante la incorporación de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 217 en el modelo, para ver el efecto que ha tenido en el medio ambiente, debido a que Hilton y Levinson (1998) consideran que las mejoras ambientales no dependen sólo del crecimiento económico sino que se requiere de la instrumentación de políticas ambientales. Esta investigación permitió determinar a que costo se ha

## **Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018**

generado el crecimiento económico del país y evidenció empíricamente las características de la Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, y a la vez aporta conocimientos científicos a este campo de estudio.

Este documento se divide en nueve secciones, incluida la introducción, los objetivos que guían la investigación, marco teórico donde se exponen algunas definiciones conceptuales, la teoría económica referente al tema y econométrica, la metodología empleada, los resultados y análisis obtenidos y por último las conclusiones alcanzadas, las recomendaciones a las que dio lugar este estudio y los anexos que evidencian las pruebas econométricas.

## **II. Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar los efectos del crecimiento económico y la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales en la contaminación ambiental en el período, 1960-2018.

### **Objetivos Específicos**

- Describir el comportamiento del Dióxido de Carbono, Producto Interno Bruto per cápita y la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Estimar los parámetros del modelo de la Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua.
- Medir el efecto de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

### III. Marco Teórico

#### 3.1. Marco Conceptual

##### 3.1.1. *Epistemología de las Ciencias Ambientales*

A finales de los años setenta del siglo XX las ciencias ambientales son consideradas como áreas de conocimiento que comienzan a desarrollarse a nivel mundial. Este nuevo campo de estudio surge ante la necesidad de comprender y encontrar soluciones a la grave y compleja crisis ambiental, de la cual han tomado conciencia en las últimas décadas (Sáenz, 2007).

La epistemología ambiental involucra una epistemología popular y significa dotar al pueblo, pero al mismo tiempo, dotar a la ciencia de un sentido común. Este concepto reconoce diversas dimensiones e interpretaciones del ambiente, y las diferentes formas de retroacción, ya que ha prevalecido la idea de comprenderlo es su forma más simple (Carral, 2016).

##### 3.1.2. *Economía Ambiental*

La economía ambiental es llamada así por la interpretación de una escuela de pensamiento económico, sin embargo, este significado no surge por medio de aplicaciones de las ciencias económicas en general a las problemáticas ambientales, cabe recalcar que la escuela neoclásica pasó a incorporar al medio ambiente como objeto de estudio. La economía ambiental se basa en los mismos conceptos y presupuestos básicos de la teoría neoclásica, que concentra el análisis sobre la escasez, y donde los bienes son valorados según su abundancia, de tal manera que cuando se trata de bienes escasos, estos son considerados bienes económicos, mientras que cuando son bienes abundantes, no son económicos. Principalmente se ocupa de la valoración monetaria del medio ambiente, una vez internalizado el medio ambiente pasa

a tener las características de un bien económico, o sea, pasa a tener precio y/o derecho de propiedad (Chan, 2005).

### 3.1.3. Paradigmas de la Economía Ambiental

Según Kuhn (1971) plantea que la categoría de paradigma es la más aceptada por la comunidad científica. Esta noción de paradigma se entiende como el conjunto de interpretaciones y nociones científicas básicas que guían la acción en el proceso de investigación en una comunidad científica.

De acuerdo a Guba y Lincoln (1998) se identifican cuatro paradigmas vigentes en la investigación social: positivista, postpositivista, teoría crítica y constructivismo. Cabe señalar que las investigaciones que figuran problemáticas de contaminación en el área de la economía ambiental son concebidas en la categoría positivista-postpositivista.

**Tabla 1**

*Características de las dimensiones de los paradigmas*

Paradigma	Dimensiones		
	Ontológica	Epistemológica	Metodológica
Positivista	Existe una realidad objetiva, externa, real, aprehensible y conducida por leyes y mecanismos naturales inmutables.	El investigador y el objeto de investigación son dos entidades autónomas: el investigador estudia el objeto sin influenciarlo o ser influenciado por él. El conocimiento es libre de valores y ajeno al contexto.	La experimentación, la manipulación de variables, la verificación de hipótesis y las técnicas cuantitativas son la mejor forma para descubrir el mundo.
Postpositivista	La realidad es aprehensible, pero de manera imperfecta y sólo de forma probabilística.	Los resultados son considerados probablemente verdaderos, siempre sujetos a la falsación.	La metodología experimental y la manipulación de variables son de importancia significativa.

Paradigma	Dimensiones		
	Ontológica	Epistemológica	Metodológica
Teoría crítica	La realidad es moldeada por factores sociales, políticos, culturales, económicos, étnicos y de género.	El investigador y el objeto investigado están interactivamente vinculados, por lo que los resultados de la investigación son mediados por los valores.	La metodología es dialógica y dialéctica; el ideal es la emancipación y promueve métodos participativos. dirige la investigación hacia fines socialmente significativos.
Constructivista	La realidad es aprehensible en forma de múltiples e intangibles constructos mentales, social y experiencial mente contruidos, de naturaleza local y específica, dependientes en su forma y contenido.	La relación entre el investigador y el objeto investigado es transaccional y subjetivista; por ello el conocimiento es siempre una construcción humana, y nunca libre de valores	Mediante técnicas hermenéuticas se interpretan las construcciones individuales, que son extraídas y refinadas mediante la interacción entre y en medio del investigador y sus respondientes.

*Nota.* Esta tabla muestra las características de cada una de las dimensiones que presentan los paradigmas. Tomado de (Catalán y Jarrillo, 2010).

### 3.1.4. Modelo de la Economía Ambiental

La Economía Ambiental surge del modelo de Pearce-Atkinson basado en la formulación de Hartwick (1977) y de Solow más tarde (1986). La idea principal desarrollada por el primero es el requerimiento de reinvertir las rentas obtenidas del capital natural en el país de donde se extraen para mantener el consumo real constante a lo largo del tiempo. Solow desarrolla esta premisa y la reinterpreta como el mantenimiento del stock de capital constante. Con este fin subdivide el capital en sus tres posibles formas: Capital manufacturero (máquinas, infraestructuras), capital humano

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

(stock de conocimientos y habilidades) y capital natural (recursos naturales renovables o casi-renovables valorados en términos económicos;  $K = Km + Kh + Kn$  (Valdes, 2017).

Se ha afirmado que “la Economía Ambiental es prioridad para el desarrollo sostenible, la reinversión del capital natural y reformula su modelo inicial de crecimiento que prioriza el cambio tecnológico, ceteris paribus el cambio tecnológico” (Trujillo, 2014, págs. 24-26).

### 3.1.5. Economía Ecológica

La economía ecológica es una corriente del pensamiento económico cuya principal característica es su carácter transdisciplinario, derivado de la necesidad de estudiar la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico, lo que demanda la participación no sólo de economistas, sino también de científicos naturales y otras disciplinas. De manera que, a diferencia de la teoría económica neoclásica-keynesiana, o su expresión en lo que se conoce como economía ambiental, que parte de su propio instrumental económico para analizar los problemas ambientales de origen antrópico, la teoría económica-ecológica pretende abrirse para incorporar otras disciplinas, lo que correspondería más fielmente con el carácter multidisciplinar que la problemática ambiental exige (Foladori, 2001).

Según Fernandez (2013) sugiere que “la economía ecológica es la ciencia de la gestión de la sostenibilidad, entendiendo por sostenibilidad la viabilidad en el tiempo de un sistema el cual está condicionado por sus intercambios con el entorno físico” (págs. 30-31), esta ciencia trata de encontrar soluciones teóricas que le permitan integrar en los modelos tradicionales las consecuencias o los efectos externos no deseados de la actividad económica, es decir, en la internalización, a través de los precios, de las externalidades ambientales negativa.

### **3.1.6. Enfoques Teóricos**

Según Sánchez (2019) “los enfoques de investigación cuantitativo, cualitativo y mixto tienen sustentos filosóficos y estrictamente científicos, su denominación y diferenciación es un hecho inexplicablemente reciente, que permite establecer criterios o condiciones dentro de la investigación” (págs. 102-122).

Las estrategias metodológicas empleadas en la investigación medioambiental dependen de la naturaleza del problema, generalmente los problemas medioambientales se han abordado desde una perspectiva científica, por tanto, han seguido principalmente métodos cuantitativos que incluyen desde diseños experimentales hasta los no experimentales, encontrándose aquí aquellas investigaciones que buscan predecir impactos de contaminantes (Garay Flühmann, 2014).

### **3.1.7. Crecimiento Económico**

Es el aumento o expansión cuantitativa de la renta y del valor de los bienes y servicios finales producidos en el sistema económico sea regional, nacional o internacional durante un determinado período de tiempo por lo regular durante un año, y se mide a través de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), y lo adecuado es calcularla en términos reales para eliminar los efectos de la inflación (Gonzales , 2016).

### **3.1.8. Producto Interno Bruto (PIB)**

Según Mankiw (2012) el Producto Interno Bruto (PIB) mide el gasto total de una economía en bienes y servicios recién producidos, y el ingreso total ganado de la producción de esos bienes y servicios. De una manera más precisa, el PIB es el valor de



## **Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018**

mercado de los bienes y servicios finales producidos dentro de un país en un periodo determinado.

### **3.1.9. PIB per cápita**

Se afirma que “el PIB per cápita, es un indicador macroeconómico que se utiliza generalmente para medir el nivel de bienestar de una nación, y realizar comparaciones entre países” (BCN, 2012).

### **3.1.10. Medio Ambiente**

El medio ambiente es un complejo entramado de relaciones entre factores físicos, biofísicos, sociales y culturales en el que ocurren las relaciones que conlleva la actividad humana y social. Los factores físicos se refieren a todo lo inerte presente en el planeta, los biofísicos abarcan todos los seres vivos, lo social se refiere a las estructuras organizativas de las especies, y lo cultural engloba finalmente todo lo hecho por el hombre. Por tanto, el medio ambiente es el entorno en el que el hombre desenvuelve su vida y una de las unidades de estudio más complejas que el hombre se puede plantear, ya que, al abarcar los tres niveles epistemológicos conocidos, inerte, biofísico y comportamental, necesita del concurso de todas las ciencias y disciplinas existentes para su estudio (Muñoz et al., (2018).

### **3.1.11. Contaminación Ambiental**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones, tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso de lugares de recreación y goce de los mismos (INATEC, 2016).

### **3.1.12. Degradación Ambiental**

Degradación ambiental es el deterioro del medio ambiente mediante el agotamiento de recursos como el aire, el agua y el suelo; la destrucción de ecosistemas y la extinción de la vida silvestre, a la vez se entiende como conjunto de procesos que deterioran o impiden la utilización de un determinado recurso por parte de la humanidad. El deterioro ambiental está directamente relacionado con la forma en que un país desarrolla sus actividades económicas y con los procedimientos que emplea para explotar sus recursos naturales Zurruta et al., (2015).

### **3.1.13. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Braga (2010) argumenta que el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (partes por millón), su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno. El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos. El aumento del contenido de dióxido de carbono que se verifica actualmente es un componente del cambio climático global, y posiblemente el mejor documentado. Desde mediados del siglo XIX hasta hoy, el aumento ha sido de 80 ppm.

Existen conclusiones donde se afirma que este “aumento es causado por una concurrencia de factores entre los cuales el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y derivados, gas) y las quemaduras con fines agrícolas pueden señalarse como los más significativos” (Braga, 2010). Se calcula que este aumento del nivel de dióxido de carbono ocasione cambios climáticos considerables.

### ***3.1.14. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 217.***

El artículo 1, de la Ley 217, aprobada el 27 de marzo de 1996, define que la misma tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, según lo señalado en la Constitución Política (Asamblea Nacional, 1996).

## **3.2. Teoría Económica, Referente al Medio Ambiente**

### ***3.2.1. Enfoque de la Teoría Económica Clásica.***

De acuerdo a Adam Smith y David Ricardo (como se cita en Pérez, 2009) la teoría económica clásica hace referencia a que los pilares del liberalismo económico que sostienen que los agentes privados son el centro, y la competencia el medio por el cual se puede llegar al crecimiento. Solamente a partir de la persecución de los intereses individuales una sociedad puede alcanzar un grado de desarrollo importante, por lo que la participación del Estado se hace redundante o, en el peor de los casos, perversa.

Uno de los argumentos principales de esta escuela se centra en los rendimientos decrecientes. Ésta afirma que, superando cierto umbral en la utilización de los medios de producción, los rendimientos se hacen cada vez menores. En tercer lugar, y más importante para este trabajo, es en el tránsito hacia la noción de producción y productividad donde se encuentra el punto de quiebre de la reproducción física de la sociedad y la búsqueda de riqueza. Junto a estos planteamientos, se encuentran los de Thomas Robert Malthus, quien concebía el crecimiento de la población y de los medios de subsistencia. Para este economista inglés, la población se duplicaba cada determinado tiempo, generalmente menor a la capacidad de sustento. Por ello, era necesario poner cierto límite al crecimiento de la población (Pérez, 2009).

### **3.2.2. Enfoque de la Teoría Económica Neoclásica**

Según Chan (2005) argumenta que la teoría neoclásica privilegia el análisis del mercado y no el del proceso productivo. Un mercado sólo se forma cuando los bienes son escasos y se presupone que el comportamiento de los agentes económicos, productores y consumidores está guiado por una racionalidad que los lleva, siempre, a maximizar la satisfacción individual, dentro de sus preferencias, y frente a sus estructuras restrictivas como, por ejemplo, el ingreso.

Interpretando estos resultados, Jimenez (2021) destaca la escuela neoclásica en el proceso de producción integraba la tecnología y resaltaba la importancia para detener el estancamiento económico, producto de tal situación se incrementaba el optimismo y no se consideraba el deterioro que percibía el medio ambiente, Sin embargo, producto del acelerado crecimiento económico y poblacional posterior a la revolución industrial, los altos niveles de degradación y contaminación condujeron a la imperiosa necesidad de abrir el debate sobre un crecimiento sostenible, que empatara con las necesidades de cuidar el ambiente, para proporcionar una mejor calidad de vida y continuar con un crecimiento constante en el tiempo.

### **3.2.3. Teoría Económica Medioambiental de Kuznets**

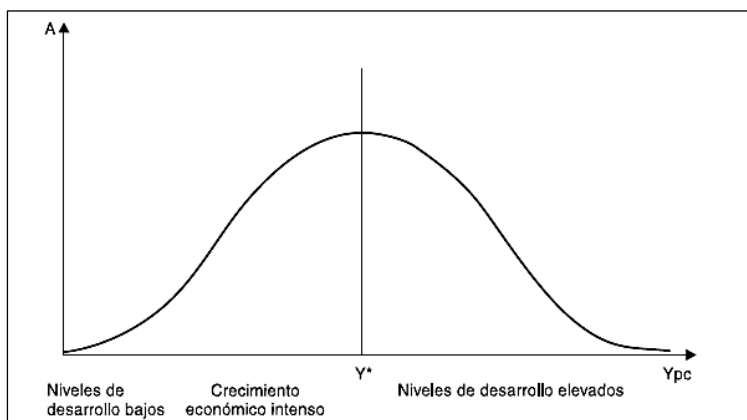
El término Curva de Kuznets proviene de un influyente artículo de la época de la Guerra Fría en el que, el economista Simón Kuznets teorizó que la desigualdad de ingresos en una economía de mercado en desarrollo seguiría una curva en forma de U invertida. Existen conclusiones donde afirman que la “desigualdad de ingresos inicialmente aumentaría vertiginosamente en una comunidad así a medida que los ganadores del mercado acumularan riqueza. Pero a medida que la sociedad se enriquecía, los ciudadanos comenzarían a exigir programas de educación y bienestar social de su gobierno” (Kuznets, 1955). Estos programas rectificarían entonces la intensa desigualdad del período anterior y producirían una desigualdad económica aproximada en un nuevo nivel superior.

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

Gene Grossman y Alan Krueger (como se cita en Cambridge University Press, 2012) teorizaron que la protección ambiental podría seguir una curva de Kuznets, afirmaron que, si bien los niveles de contaminación aumentan a medida que una sociedad se enriquece, las sociedades eventualmente alcanzan el "punto de inflexión" de Kuznets, cuando la sociedad ahora es más rica comienza a invertir en la protección del medio ambiente. Los economistas comenzaron a proponer relaciones en forma de U invertida entre los ingresos y una amplia variedad de males ambientales que van desde la contaminación del aire, la contaminación del agua, la deforestación anual, la intensidad del carbono, etc. Ha habido mucha especulación sobre el nivel de ingresos en el que se alcanza el punto de inflexión.

### Figura 1

*Curva Medioambiental de Kuznets*



*Nota.* El gráfico representa la Curva Medioambiental de Kuznets. Tomado de Labandeira et al., (2007).

Según Grossman y Krueger (1995) la fórmula para definir la CMK se especifica en la siguiente ecuación:

$$E_t = a + bX_t + cX_t^2 + \sum_{i=1}^m \beta_i Z_{i,t} + \varepsilon_t$$

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

Donde:

$E$ : representa el indicador de deterioro ambiental,  $X$ : indicador de crecimiento económico,  $Z$ : representa al conjunto de variables que pueden incidir en el deterioro ambiental (políticas, densidad poblacional, consumo de energía, entre otras),  $t$ ; es la variable tiempo mayor a 2 años,  $a, b, c, d$  y  $\beta$ : coeficiente de regresión,  $\varepsilon$ : termino de error o perturbación.

Grossman y krueger (1995) tambien plantean que para determinar la relación que existe entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental se deben tomar en cuenta tres factores claves para el proceso de desarrollo. El efecto escala, el cual atribuye que un aumento de la producción demanda mayores insumos, implicando mayor emisión de contaminantes, esto conlleva a un efecto negativo al medio ambiente. El efecto composición expone que la estructura de la economía podría cambiar a medida que exista crecimiento generado un aumento de actividades mas sucias o limpias, por tal razón se cree que este efecto tiene reacción incierta sobre la calidad del ambiente, por último establece el efecto de la tecnica; determinan que variaciones en el nivel de ingreso per cápita pueden llegar a inducir cambios en las preferencias medioambientales de los individuos, es decir un incremento del ingreso podría cambiar las preferencias de las personas por una mayor calidad ambiental. Esto conduce a reformas de políticas medioambientales que afectan directamente a la producción provocando cambios en sus procesos y mejoras tecnológicas más limpias.

### 3.3. Teoría Econométrica

#### 3.3.1. Econometría

La econometría se basa en el desarrollo de métodos estadísticos que se utilizan para estimar relaciones económicas, probar teorías y evaluar e implementar políticas públicas y de negocios. La aplicación más común de la econometría es en el pronóstico de variables macroeconómicas, los métodos econométricos también se emplean en

## **Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018**

áreas de la economía que no están relacionadas con la elaboración de pronósticos macroeconómicos. La econometría se ha convertido en una disciplina independiente de la estadística matemática por ocuparse de la recolección y análisis de datos económicos no experimentales (Wooldridge, 2010).

### **3.3.2. Series de Tiempo**

“Los datos de series de tiempo consisten en las observaciones de una o varias variables a lo largo del tiempo” (Wooldridge, 2010, p. 8).

### **3.3.3. Modelos Econométricos**

“Un modelo econométrico es un conjunto de ecuaciones concebidas para proporcionar una explicación cuantitativa del comportamiento de las variables económicas” (Gujarati y Porter, 2010, p. 618).

### **3.3.4. Mínimos Cuadrados Ordinarios**

El método de mínimos cuadrados ordinarios se atribuye a Carl Friedrich Gauss, matemático alemán. A partir de ciertos supuestos el método de mínimos cuadrados presenta propiedades estadísticas muy atractivas que lo han convertido en uno de los más eficaces y populares del análisis de regresión (Gujarati y Porter, 2010, p. 55).

### **3.3.5. Modelos Log-Log**

Los modelos de regresión lineal pueden ser lineales en los parámetros mediante una transformación logarítmica (log) adecuada, pero pueden serlo o no en las variables, como es el caso de los modelos log-log o doble log. Una característica atractiva del modelo log-log, que lo ha hecho muy popular en el trabajo empírico, es que el coeficiente

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

de la pendiente  $\beta_2$  mide la elasticidad de Y respecto de X, es decir, el cambio porcentual en Y ante un pequeño cambio porcentual en X (Gujarati y Porter, 2010, p. 97).

Un modelo Log-Log se especifica de la siguiente manera:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_k \ln X_n + \mu_i$$

### 3.3.6. Pasos Para Estimar un Modelo

En la actualidad la metodología econométrica se ajusta a los lineamientos planteados por (Gujarati y Porter, 2010, p. 2-9):

1. Planteamiento de la teoría o de la hipótesis.
2. Especificación del modelo matemático de la teoría.
3. Especificación del modelo econométrico o estadístico de la teoría.
4. Obtención de datos.
5. Estimación de los parámetros del modelo econométrico.
6. Pruebas de hipótesis.
7. Pronóstico o predicción.
8. Utilización del modelo para fines de control o de políticas.

### 3.3.7. Supuestos del Modelo

Según Gujarati y Porter (2010) establecen que los modelos de regresión lineal normal clásicos, están basados en diversos supuestos simplificadores que son los siguientes:

- a. El modelo de regresión es lineal en los parámetros.
- b. Los valores de las regresoras, las X, son fijos, o los valores de X
- c. son independientes del término de error. Aquí, esto significa que se requiere covarianza cero entre  $\mu_i$  y cada variable X.
- d. Para X dadas, el valor medio de la perturbación  $\mu_i$  es cero.



## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

- e. Para  $X$  dadas, la varianza de  $\mu_i$  es constante u homoscedástica.
- f. Para  $X$  dadas, no hay autocorrelación, o correlación serial, entre las perturbaciones.
- g. El número de observaciones  $n$  debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.
- h. Debe haber variación suficiente entre los valores de las variables  $X$ .

También se incluyen los siguientes tres supuestos en esta parte del texto:

- i. No hay colinealidad exacta entre las variables  $X$ .
- j. El modelo está correctamente especificado, por lo que no hay sesgo de especificación.
- k. El término estocástico (de perturbación)  $\mu_i$  está normalmente distribuido.

## **IV. Diseño Metodológico**

Sampieri et al., (2014) plantea que el nivel de conocimiento científico en las investigaciones puede clasificarse en exploratoria, descriptiva y explicativa, por tanto, debe formular el tipo de estudio, de acuerdo con la información que espera obtener, así como el nivel de análisis que tendrá que realizar. También se tendrán en cuenta los objetivos e hipótesis planteados anteriormente.

### **4.1. Tipo de Investigación**

Esta investigación está basada en un enfoque cuantitativo siendo uno de los paradigmas más usado en las ciencias exactas y sociales. De acuerdo a Sampieri et al., (2014) este enfoque “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. Es de alcance explicativo, porque está centrado a la pregunta ¿Cómo el crecimiento económico ha incidido en el medio ambiente de Nicaragua en el periodo 1960-2018? Finalmente se define este estudio de corte longitudinal, donde su característica fundamental es que todas las mediciones se hacen a largo de tiempo.

### **4.2. Área de Estudio**

El área de estudio genera un conocimiento que se caracteriza principalmente por un enfoque cuantitativo, que se basa en la experiencia de la información que se expresa en las bases de datos del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial, comprendido entre el período de 1960 - 2018, y responde directamente a una u otra necesidad práctica de conocer el estado del deterioro ambiental de Nicaragua. Los éxitos de las investigaciones empíricas se valoran por la práctica (Suárez, 2011). Este estudio se enmarca en la línea de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y

## **Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018**

Empresariales Análisis del desarrollo económico y social en el contexto del Objetivo 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

### **4.3. Fuente de Información**

En una investigación, hablamos de fuentes de información para referirnos al origen de los datos, es decir, el soporte en el cual encontramos información y el cual podemos referir a terceros para que, a su vez, la recuperen para sí mismos. Las fuentes de información se pueden clasificar en información primaria y secundaria.

La información facilitada por los datos a partir de la utilización de herramientas econométricas que permite analizar, resumir e integrar a este trabajo de investigación para su posterior divulgación se considera información primaria. La Información secundaria son aquellas en que no es necesario realizar la valoración crítica de los documentos, pues otros expertos en esa materia, ya lo han realizado por nosotros, esta se manifiesta en la información que se ha expresado en el marco teórico, metodológico y que está referenciado según (Gonzalez, 2003). Por esta razón podemos identificar para este trabajo de investigación información secundaria.

### **4.4. Procedimiento de Recolección de Datos**

Para la recolección de datos primarios en una investigación científica se procede básicamente por observación, por encuestas o entrevistas a los sujetos de estudio y por experimentación. Los datos utilizados en este trabajo de investigación provienen principalmente de las bases del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial. Las variables originales identificadas para esta investigación serán transformadas utilizando la función logaritmo neperiano. Estas transformaciones se han realizados no sólo con el fin de reducir la dispersión de las observaciones, sino también para obtener la elasticidad

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

de las emisiones de  $CO_2$ , respecto a las variaciones de las variables explicativas del modelo en el período comprendido entre 1960 al 2018.

### 4.4.1 Metodología Econométrica

El modelo de regresión emplea los instrumentos adecuados que explican el efecto de las variables en el crecimiento económico. A partir de ciertos supuestos se empleó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios dado que representa estadísticas muy atractivas que lo han convertido en uno de los más eficaces y populares (Gujarati y Porter, 2010).

La forma funcional del modelo trabajado es Log-Log debido a que se ha hecho muy popular en el trabajo empírico donde se relacionan variables de forma no lineal, por lo que al linealizarlas aplicándoles el logaritmo natural se obtienen las elasticidades constantes y propensiones marginales variables (Bravo, 2014).

El modelo identificado para la Curva Medioambiental de Kuznets se define de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \mu_i$$

La transformación con la función logaritmo neperiano es el siguiente:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2^2 + \mu_i$$

Donde:

$Y$ : Emisiones de  $CO_2$  kg/hab.

$X_1$ : PIB per cápita a precios corrientes en dólares.

$X_2^2$ : PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado

$\ln Y$ : Logaritmo natural de las emisiones de  $CO_2$  kg/hab

$\ln X_1$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares.

$\ln X_2^2$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

Para mejorar la especificación del modelo de la Curva Medioambiental de Kuznets se integran las siguientes variables:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \beta_3 X_3 + \mu_i$$

La transformación con la función logaritmo neperiano es el siguiente:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2^2 + \beta_3 X_3 + \mu_i$$

Donde:

$Y$ : Emisiones de  $CO_2$  kg/hab.

$X_1$ : PIB per cápita a precios corrientes en dólares.

$X_2^2$ : PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.

$X_3$ : Variable binaria (Ley No 217- Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales). (0 antes de la Ley – 1 después de la Ley)

$\ln Y$ : Logaritmo natural de las emisiones de  $CO_2$  kg/hab.

$\ln X_1$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares.

$\ln X_2^2$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.

$\beta_0$ : Constante del modelo, es el intercepto con el eje  $Y$ .

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ : Son los parámetros que determinan la pendiente del modelo en función del valor que tomen las variables independientes, las cuales se conocen mediante la regresión representada por la relación existente entre la variable dependiente y sus independientes.

$\ln Y$  es variable endógena,  $\ln X_1, \ln X_2^2$  y  $X_3$  y, son variables exógenas,  $u_1$ , es el término de perturbación estocástica. Según se han definido las variables son las que serán tomadas en cuenta para el análisis de los datos y generar la modelación econométrica apropiada para generar información que ayude a visualizar el comportamiento económico de Nicaragua en el período de estudio.

#### 4.4.2. Supuestos en los que se Apoya el Modelo

Emplear modelos de inferencia estadística habitualmente está destinado a obtener buenos ajustes en la explicación del término dependiente, sin embargo, esto último no constituye todo lo necesario, más bien, se deben garantizar niveles aceptables de explicación y sobre todo abstenerse de violar los supuestos de comportamiento homocedasticidad, linealidad, no autocorrelación, normalidad, no colinealidad, entre otros Ortiz et al., (2015).

Empleados tanto para los modelos de regresión lineal simple y múltiple, la consideración de estos supuestos a la hora de llevar a cabo el análisis permite obtener interpretaciones de los resultados de manera adecuada, a lo que se adiciona la ventaja de ampliar las conclusiones obtenidas (Alvarez y Bradshaw, 1978). Por ello, se describen sintéticamente los supuestos básicos del modelo de regresión:

- a) **Linealidad:** establece que la relación entre la variable dependiente y la/s independiente/s debe ser lineal, debido a que de lo contrario el modelo puede llevar a resultados erróneos. El incumplimiento del supuesto de linealidad suele denominarse error de especificación. En ocasiones omisión de variables independientes importantes, inclusión de variables independientes irrelevantes, no linealidad es decir que la relación entre las variables independientes y dependientes no es lineal, parámetros cambiantes dicho de otra manera los parámetros no permanecen constantes durante el tiempo que duran la recogida de datos, no aditivita se refiere al efecto de alguna variable independiente es sensible a los niveles de alguna otra variable independiente Ortiz et al., (2015).
- b) **Ausencia de errores de medición:** establece que las variables independientes son consideradas fijas y no sujetas a errores de medición, debido a que no existen ningún “test” simple para medir el error. En el caso de la variable dependiente, puede tomarse una muestra y, por lo tanto, puede estar sujeta a errores de medición, lo cual en cuyo caso, los errores forman una distribución normal.

- c) **Normalidad de los residuales:** para cada valor de la variable independiente o combinación de valores, los residuos se distribuyen normalmente. En otras palabras, si el error de medida es el único factor que produce variación en los valores para cualquier valor de  $x$ , entonces las variaciones formaran una distribución normal.
  
- d) **La Media de los residuales debe de ser igual a 0:** este supuesto implica que la media de los residuales se encuentra en la línea de regresión. El cumplimiento de este supuesto establece que la línea de regresión es la forma funcional y proporciona un buen ajuste a los datos estudiados.
  
- e) **Homocedasticidad:** establece que la varianza de las distribuciones debe tener todos los mismos valores. La presencia de heterocedasticidad puede influir en los test que se apliquen al modelo, y por ello producir error en las estimaciones.
  
- f) **No Colinealidad entre las variables independientes:** establece que no existe relación lineal entre las variables independientes. El incumplimiento de este supuesto da origen a colinealidad o multicolinealidad. Además, la violación de este supuesto puede dificultar la evaluación del peso de las variables independientes en la explicación de la variación de la variable dependiente.
  
- g) **Autocorrelación.** Este supuesto establece que los residuales no deben presentar autocorrelación temporal ni espacial. En el primer caso, los residuales no se dispersan aleatoriamente en torno a la recta de regresión en tanto que, en el segundo, manifiestan agrupamientos definidos por proximidad con valores positivos y/o negativos. La importancia de evaluar la autocorrelación radica en que, de ser positiva su detección no es recomendable emplear la ecuación lineal, y sería conveniente considerar el empleo de alguna forma curvilínea que mejore el ajuste de los datos.

**h) Tamaño de la muestra.** Un elemento muy importante que debe tomarse muy en cuenta es que el número de observaciones ha de ser mayor que el número de variables independientes: este supuesto establece que se deben contar con un número de datos ( $n$ ) mayor que la cantidad de variables independientes empleadas. Además, el supuesto de No autocorrelación es otro de los considerados al momento de aplicar un modelo de regresión lineal, pero ello merece una atención especial, debido a que estamos empleando en los análisis variables geográficas, lo cual comentamos en la próxima sección Ortiz et al., (2015).

El no cumplimiento de las hipótesis de cada supuesto anterior ocasiona que el modelo que se esté utilizando tenga dificultades para generar resultados coherentes, sin embargo, debe de inducir al investigador a realizar otras alternativas que dependiendo del supuesto que no se cumpla pueda introducir algunas transformaciones apropiada u otra metodología econométrica que puedan resolver dicha situación y permita ajustarse a la información estudiada.

### **4.5. Plan de Análisis**

Los datos de las variables obtenidos del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial, serán codificados, tratadas según sea necesario para generar las estadísticas descriptivas, representaciones gráficas y el análisis de la incidencia del PIB per cápita y Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales respecto al indicador del deterioro ambiental  $CO_2$  de Nicaragua en el período de 1960 al 2018.

La codificación y tratamiento de datos, así como la generación de los resultados econométricos se realizarán con el apoyo del software Stata versión 15.1, libre y Microsoft Excel 2016, para la elaboración y edición del informe final en Microsoft Word 2016.



#### 4.6. Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables, permiten identificar las variables, su alcance y las unidades de medidas en que se encuentra los datos las cuales se muestran a continuación.

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

Cod.	Descripción de variables	Tipo de variable	Unidades	Promedio	Desviación Estándar
$Y$	Emisiones de $CO_2$ kg/hab	Endógena	cuantitativas	Numérico	Numérico
$X_1$	PIB per cápita a precios corrientes en dólares.	Exógena	cuantitativas	Numérico	Numérico
$X_2^2$	PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.	Exógena	cuantitativas	Numérico	Numérico
$X_3$	Variable Dummy, Ley 217 (0: antes, 1: después de la ley)	Exógena	cualitativas	Proporción	-
Transformación Logaritmo Natural					
$LnY$	Logaritmo natural de las Emisiones de $CO_2$ kg/hab.	Endógena	cuantitativas	Numérico	Numérico
$LnX_1$	Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares	Exógena	cuantitativas	Numérico	Numérico
$LnX_2^2$	Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.	Exógena	cuantitativas	Numérico	Numérico

*Nota.* Esta tabla muestra los nombres de las variables, su unidad de medida y su desviación estándar.

## V. Resultados y Análisis

Para el análisis e interpretación de los resultados se deben tomar en cuenta que:

Según Torres y Cortez (2013) el dióxido de Carbono es un indicador de deterioro ambiental, en vista de que por dos circunstancias es considerado como uno de los contaminantes de gran importancia en la actualidad, por ser un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero y por aumento de concentración en las últimas décadas por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques. Por estos motivos es uno de los gases que más influye en el importante problema ambiental del calentamiento global del planeta y el consiguiente cambio climático. Por otra parte, La Conferencia sobre el Cambio Climático de París, la que se conoce oficialmente como la 21<sup>a</sup> Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), órgano de la ONU responsable del clima ha definido que una de las medidas para el estudio es el  $CO_2$  kg/hab.

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en el estudio, a partir de la descripción de cada una de las variables en el periodo comprendido, la estimación de modelos con serie de tiempo y el impacto de la Ley 217 en el comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono.

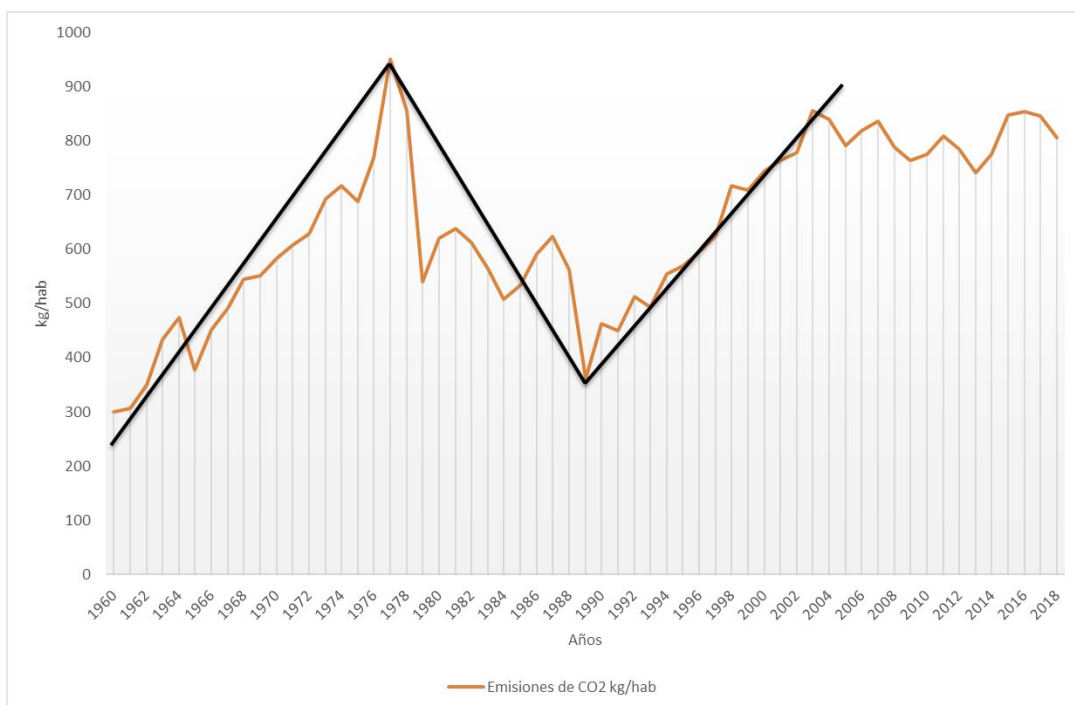
## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

### 5.1. Descripción de las Variables en el Periodo de Estudio

- Comportamiento de las Emisiones de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ )

#### Figura 2

*Emisiones de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) de Nicaragua, 1960-2018.*



*Nota.* El grafico representa las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab, 1960 – 2018. Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

La Figura 2 describe el comportamiento de las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab en Nicaragua para el período 1960-2018. Según Selden Y Song (1994) plantean que entre sus principales resultados en Latinoamérica encuentran una leve tendencia a lo largo del tiempo respecto al comportamiento de tres contaminantes ambientales tales como: el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), Óxido de Nitrógeno ( $NO_x$ ) y el Monóxido de Carbono ( $CO$ ). Este comportamiento del ( $CO_2$ ) kg/hab, se ve que ocurre también en Nicaragua representado en la figura 2, y así se logra apreciar que el ( $CO_2$ ), se comporta en forma de N, este comportamiento está asociado a mayor generación de residuos por la producción y consumo de materias primas, energía y bienes por la población, lo que se

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

traduce en un mayor deterioro ambiental, propio de los países en vías de desarrollo (Labandeira et al., 2007; Bruyn et al., 1998; Torres y Cortez, 2013).

En el comportamiento de las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab, para Nicaragua se aprecia una primera fase, entre 1960-1989, marcando un comportamiento de una parábola cóncava en el período, identificándose un máximo en la cantidad promedio de emisiones de 950.68 kg/hab y un mínimo de 361.91 kg/hab en 1989, probablemente por la desaceleración del sector productivo y consigo menores emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab (SICE, 2005). En octubre de 1998 el huracán Mitch afectó a Nicaragua en un 19% de su población provocando importantes daños, humanos, económicos y ambientales (Diderot y J, 2005) provocando probablemente un aumento en las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab, acompañado de un crecimiento económico que hasta ese momento se estaba logrando con bajos contaminantes de dióxido de carbono. A partir de ese año se inicia la siguiente fase que se muestra en la figura 2, la cual ocurre entre el período de 1989 a 2018, marcando el crecimiento en la generación de contaminantes de ( $CO_2$ ) kg/hab.

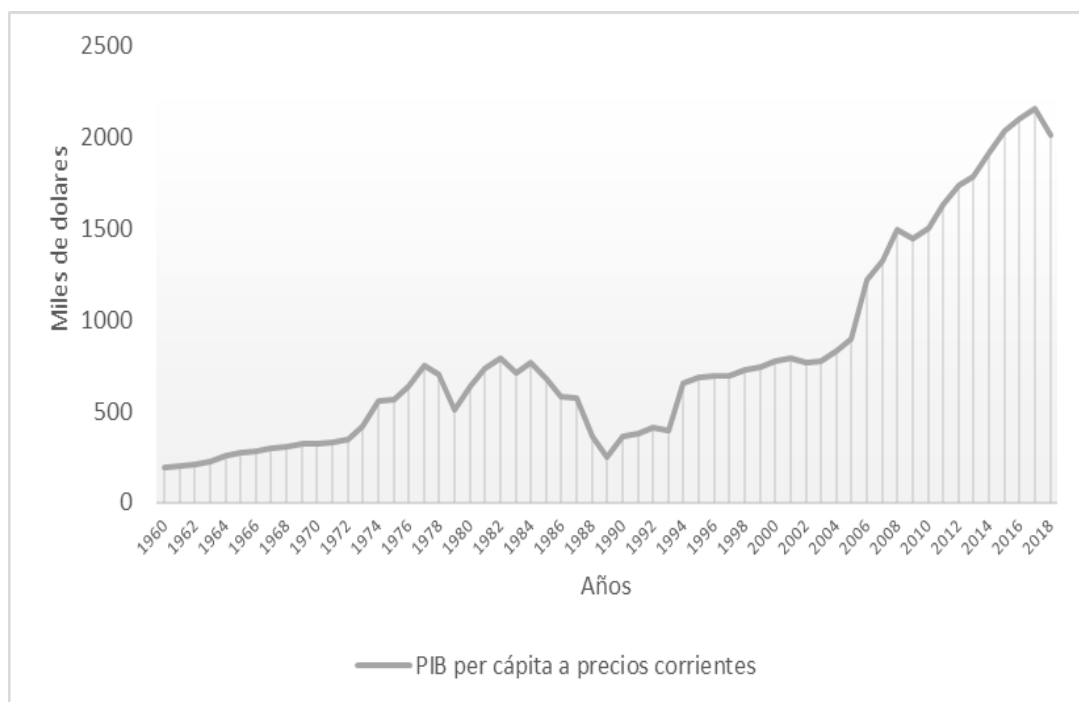
De la presente gráfica se puede intuir la existencia de valores máximos relativos del deterioro ambiental de ( $CO_2$ ) kg/hab que sea provocado por el crecimiento del país.

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

- Comportamiento del Producto Interno Bruto per cápita

**Figura 3**

*Producto Interno Bruto per cápita de Nicaragua, 1960-2018.*



*Nota.* El grafico representa el PIB per cápita a precios corrientes de Nicaragua, 1960 – 2018. Elaboración propia con datos de BCN.

La Figura 3, presenta el comportamiento del PIB per cápita en el período estudiado, esta medida representa el valor total de todos los bienes y servicios finales producidos durante un año de una nación entre el número de sus habitantes, esta correspondería a la riqueza repartida igualitariamente en el tiempo. Hay que señalar que los países con un mayor nivel de ingreso per cápita poseen un estándar de vida más alto (INEE, 2007).

En la Figura 3, se presenta una tendencia creciente a lo largo del período de estudio, es decir que se da un aumento del valor de bienes y servicios producidos por una economía nicaragüense y para calcularlo normalmente se recurre al crecimiento del PBI real como indicador de este crecimiento económico (Hernández Gorrín, 2011). Este comportamiento en la primera década alcanzó un crecimiento promedio del PIB per

## **Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018**

cápita a una tasa anual de 4.2 por ciento, producto del desarrollo industrial y diversas líneas estratégicas de exportación (BCN, 2013). Desde 1960 hasta 1977 Nicaragua muestra un crecimiento económico, decreciendo entre el año 1978 y 1979, posteriormente a esta fecha se recupera hasta 1982. Desde 1990 hasta el 2017 muestra un crecimiento del valor per cápita el país debido a la recuperación económica mundial, una creciente demanda e inversión, favoreció el crecimiento y desarrollo sostenido en el país y se logra mantener un promedio del PIB per cápita de 1858.85 dólares hasta el año 2017 (BCN, 2017). Particularmente año 2009 con un PIB per cápita de 1445.19 dólares, esto debido a una recesión causada por los efectos de la crisis financiera mundial del año anterior. El ritmo de crecimiento del PIB per cápita en Nicaragua se ha visto afectada por variaciones ocasionadas por eventos internos (guerra civil, desastres naturales y estallidos sociales) y externos afectando fundamentalmente la crisis económica mundial.

En 2018, Nicaragua experimentó una serie de acontecimientos sociopolíticos que afectaron a diversos sectores de la economía alterando la tendencia creciente del país, que desde el año 2010 fue progresiva, en tanto, creó una decadencia en los sectores productivos de la nación y un declive del PIB per cápita equivalente a 2016.16 dólares (BCN, 2018).

- **Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 217**

El principal objeto de esta Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales es conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política definiéndose así regulaciones a las actividades que el hombre y las instituciones realiza en perjuicio de la naturaleza y a la vez fomentando el progreso sostenible con el fin de mejorar la calidad de vida de la población nicaragüense. (Asamblea Nacional, 1996).

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

Con el objetivo de comprobar el efecto de la Ley 217 en la correlación del PIB per cápita y el ( $CO_2$ ) kg/hab, se integra una variable binaria expresada con valores de 0 y 1, donde el valor 0 representa ausencia de la ley (1960-1996) y valor 1 como presencia de la ley (1997-2018).

**Tabla 3**

*Promedio de las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab según aplicación de la Ley 217.*

Aplicación de Ley 217	Años	Promedio CO2 kg/hab	Desviación estándar	Media de error estándar
Antes de 1997	37	555.79	138.33	22.74
Después de 1997	22	784.57	55.80	11.89

*Nota.* La tabla muestra las estadísticas descriptivas de las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab según aplicación de la ley 217. Elaboración propia.

En la tabla 3, se representan los promedios de ( $CO_2$ ) kg/hab, antes y después del año de 1997, año en que se entra en vigencia la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. De manera general se aprecia que después de 1997 tiene un promedio de 784.57 kg/hab de contaminación de ( $CO_2$ ), este promedio es mayor que el ocurrido antes del 1997 en 228.78 unidades, siendo estas diferencias estadísticamente diferentes ( $t_{\alpha=0.0, gl=57} = 7.39$ ), al comprobar la hipótesis nula: “El promedio de contaminación de ( $CO_2$ ) kg/hab después de 1997 sería menos que el promedio antes de la aplicación de la ley 217” ( $H_0: \mu_0 \leq \mu_1$ ), con un nivel de confianza del 95% y 57 grados de libertad. Este acontecimiento, probablemente tenga su explicación en que Nicaragua los instrumentos que se han utilizado presenten ciertas debilidades para satisfacer plenamente la efectividad de la ley ambiental (Castro, 2010).

El comportamiento descriptivo respecto a las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab se podría intuir la posibilidad de la existencia de valores máximos de contaminación sujeto a un valor máximo de PIB per cápita.

## 5.2. Estimación del Modelo Económico Curva Medioambiental de Kuznets

Según Horacio Catalán (2014),

“La comprobación empírica de la relación entre crecimiento económico y el deterioro del medio ambiente medido por el ( $CO_2$ ) kg/hab, ha sido en la literatura consultada un tema de intenso debate, y la mayoría de las investigaciones se han realizado en el marco de la hipótesis de la Curva Medioambiental de Kuznets (EKC por las siglas en inglés), la cual establece que la relación entre el nivel de ingreso per cápita y el deterioro de la calidad del medio ambiente se representa por una curva con forma de U invertida (Grossman y Krueger, 1993 y 1995; Stern, 1998)”.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los modelos estimados partiendo de la teoría medioambiental de Kuznets para el caso de Nicaragua y con el planteamiento de Grossman y Krueger (1995), el cual permite de esta manera la inclusión de variables que mejoran el modelo respecto al deterioro ambiental para Nicaragua. Es por tal razón que en esta investigación se presenta la Tabla 4, la estimación de los modelos econométricos, variabilidad explicada o ajuste y la significatividad de los mismos con sus respectivas cuantías.

Por otra parte, los investigadores sostienen que, para utilizar los modelos estadísticos y econométricos, no solamente se deben obtener buenos ajustes de la variación total explicada, sino que deben garantizarse niveles aceptables y sobre todo abstenerse de incumplir los supuestos de comportamiento de los modelos, puesto que permiten analizar e interpretar los resultados de manera más ajustados a la realidad (Alvarez y Bradshaw, 1978; Ortiz et al., 2015). Para que los resultados de esta investigación sean coherentes a la realidad del país, se realizaron los contrastes de validación de hipótesis a las pruebas de homocedasticidad, linealidad, autocorrelación, normalidad, colinealidad, cambios estructurales, entre otros, a cada uno de los modelos estimados, obteniendo como resultados valores mayores al criterio de confianza establecido,  $valor P > \alpha$ ,  $\alpha = 0.05$ .



**Tabla 4**

*Modelos Estimados para las emisiones de (CO<sub>2</sub>) kg/hab para Nicaragua, 1960-2018*

Indicadores	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Constante	4.24***	-2.66*	-3.11**
$LnX_1$	0.33***	2.48***	2.68***
$LnX_2^2$	-	-0.16***	-0.18***
$X_3$	-	-	0.11**
valor p	0.000, 0.000	0.094, 0.000, 0.000	0.048, 0.000, 0.000, 0.048
R-cuadrado	0.6794	0.7630	0.7794
R-cuadrado corregido	0.6738	0.7545	0.7674
Valor p (de F)	0.0000	0.0000	0.0000

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados de las estimaciones con series de tiempo (1960-2018). Elaborados en el Software econométrico Stata 15.1.

Donde:

$LnY$ : Logaritmo natural de las emisiones de CO<sub>2</sub> kg/hab.

$LnX_1$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares.

$LnX_2^2$ : Logaritmo natural del PIB per cápita a precios corrientes en dólares al cuadrado.

$X_3$ : Variable binaria (Ley No 217- Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales). (0 antes de la Ley – 1 después de la ley).

- **Modelo 1**

En la tabla 4, se presenta la estimación del modelo 1, el cual se ha estimado y representado  $LnY = 4.24 + 0.33LnX_1 + \mu_i$ , explica las emisiones de (CO<sub>2</sub>) kg/hab en función del PIB per cápita, este modelo cumple con el argumento teórico de la CMK y los supuestos paramétricos, el cual plantea la relación existente entre las emisiones de (CO<sub>2</sub>) y PIB per cápita. El coeficiente de determinación indica que las emisiones de (CO<sub>2</sub>)

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

kg/hab se explican en un 67.38% de la variación total, los signos del coeficiente definen la relación esperada es decir que a medida que incrementa el PIB per cápita incrementa la contaminación ambiental, con un nivel de confianza del 99%. A pesar de que con este modelo se explica el 67.38% de la variabilidad total, se puede tomar en cuenta la posibilidad de incorporar nuevas variables que ayuden a mejorar la contaminación ambiental.

- **Modelo 2 o Modelo Medioambiental de Kuznets (EKC)**

En la tabla 4, se presenta el modelo 2, el cual muestra la estimación para representar el modelo  $LnY = -2.66 + 2.48 LnX_1 - 0.16 LnX_2^2 + \mu_i$  también conocido como el modelo medioambiental de Kuznets, el cual describe la relación entre el deterioro ambiental y el crecimiento económico per cápita en forma de U invertida, la estimación econométrica debe cumplir el criterio  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  y  $\beta_3 = 0$  lo que implica una relación cuadrática, es decir este comportamiento ocurre ya que, el coeficiente linealizado del PIB per cápita es positivo y la variación del PIB per cápita al cuadrado ( $LnX_2^2$ ) presenta el signo negativo. Este modelo, para el caso de Nicaragua, describe la existencia de un punto de inflexión o máximo, el cual se manifiesta cuando el PIB per cápita es de 1,848.8 dólares lo cual generó una contaminación ambiental también máxima de 757.76 emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab. De manera general este modelo para Nicaragua explica el 75.45% de la variación total, con una significatividad correspondiente al 99% de confianza.

El comportamiento de la U invertida para Nicaragua se interpreta y se sustenta en la teoría medioambiental de Kuznets, por lo que considera que cuando existe crecimiento económico implica mayores ingresos esto a su vez implica 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 (Labandeira et al., 2007). 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 planteamientos 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

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

generando (Pearson, 1994), así mismo se plantea la existencia de dos fase donde en la primera parte la economía se 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 (Grossman y Krueger, 1995).

- **Modelo 3**

En la Tabla 4, se presenta la estimación correspondiente al modelo 3, el cual describe la relación del deterioro ambiental con el crecimiento económico per cápita y el efecto que ha generado la puesta en vigencia desde 1977 la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua. Según Grossman y Krueger (1995) el modelo medioambiental de Kuznets puede mejorar la variación total del deterioro ambiental, incorporando variables energéticas, poblacionales y legislativas. Para mejorar dicha variación total explicada del modelo medioambiental de Kuznets, se ha incluido para Nicaragua como variable Dummy la creación de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, el cual se expresa de la manera siguiente.

$$\ln Y = -3.11 + 2.68 \ln X_1 - 0.18 \ln X_2^2 + 0.11 X_3 + \mu_i$$

Al modelo medioambiental de Kuznets se le añadió la variable binaria con el objetivo de medir el efecto que ha tenido la creación de la Ley 217 en un contexto del modelo medioambiental de Kuznets sobre las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab y mejorar la variación total de la contaminación ambiental. En la tabla 4, se presentan los resultados de ajuste de los modelos y se ve que el modelo 3 ha mejorado la variación total explicada pasando del 75.45% al 76.74%. Por otra parte, se esperaba que el efecto de entrada en vigencia de la Ley 217, disminuiría la contaminación ambiental, lo cual no ocurrió al ser positivo el coeficiente (0.11). Sin embargo, según Castilblanco (2016) este resultado puede ser consecuencia del poco monitoreo y regulación por las instituciones ambientales respecto a los instrumentos legales existentes, poco presupuesto asignado a este sector (0.67%) y ciertas debilidades para satisfacer plenamente lo establecido en

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

la legislación de los recursos naturales, por lo que, aun cuando en el 2016 se hicieron reformas a la ley 217 se requiere el fortalecimiento institucional, a fin de lograr una unificación de criterios de regulación ambiental en el país. (Grossman y Krueger, 1995; Castro, M. 2010) así mismo señalan que las políticas ambientales son implementadas con mas eficacia en una economía de constante crecimiento, dado que desde la perspectiva política se supone que el mismo crecimiento estimula la demanda de recursos ambientales y a la misma vez los provee para efectuar medidas de protección ambiental.

Además, de este resultado se puede explicar que, de acuerdo a la revisión de la literatura respecto a las leyes que regula a los países desarrollados, por lo general, contemplan en su legislación regulaciones y normas ambientales más estrictas que en los países en vías de desarrollo, 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 este debidamente respaldada por normativas claras y rigurosas (Cervantes, 2017). Por tanto Nicaragua como país subdesarrollado, pudiera mejorar al tomar como opción el pago por bienes y servicios ambientales ya que afecta claramente la competitividad de los países de menores ingresos y que las prácticas basadas en la sobreexplotación de recursos están amplia y socialmente aceptadas, por lo tanto, para lograr un crecimiento basado en la competitividad deben necesariamente volverse más verdes, pero son demasiado pobres para serlo ( Parga y Wheeler, 1996).

## VI. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se ha llegado a las conclusiones siguientes:

- ✓ Mediante la evidencia empírica desarrollada en este trabajo de investigación en el periodo de 1960 a 2018, se realizó la estimación por el método mínimos cuadrado ordinario, con el cual se ha verificado la relación entre las emisiones de ( $CO_2$ ) kg/hab y el PIB per cápita, la cual se ajusta a una Curva Medioambiental de Kuznets en forma de N, este comportamiento es propio de los países con bajo ingreso per cápita dado que tienden a elevar las emisiones per cápita y con ello el deterioro ambiental, debido a que la explotación de los recursos naturales se realiza con las tecnologías no eficientes y la extracción de los recursos naturales excede a su capacidad de regeneración, los daños al medio ambiente provocado por el paso de huracanes, provocando erosión de los suelos, pérdida de bosques para el secuestro del dióxido de carbono. Por otra parte, la estructura de la economía y productiva de Nicaragua es altamente dependiente de la agricultura, la ganadería y en menos proporción a la industria, con alto consumo de combustibles de origen fósil, bajos niveles de eficiencia energética.
- ✓ La presencia de un coeficiente positivo al linealizar el PIB y negativo la variación del PIB al cuadrado y estadísticamente significativo, indica que el crecimiento económico en el corto plazo tiene niveles importantes de contaminación ambiental, sin embargo a medida que la economía crece a lo largo del tiempo, se mejoran los niveles de contaminación ambiental, por mejoras tecnológicas y cambios en las preferencias del consumidor pueden dar lugar a que el impacto ambiental sea cada vez menor, esto indica que se ha comprobado el comportamiento de la Curva de Medioambiental de Kuznets para Nicaragua.
- ✓ Para Nicaragua, se puede mejorar la Curva Medioambiental de Kuznets, incorporando variables que contribuyan a mejorar la variabilidad total explicada por el deterioro ambiental ya que a pesar de que existe la Ley General del Medio

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018



Ambiente y los Recursos Naturales, no está teniendo los resultados esperados, probablemente sea por un débil monitoreo, seguimiento y evaluación de las leyes de protección de los recursos naturales y poca la preocupación de sus ciudadanos en velar por la protección del medio ambiente, como así lo sugiere Grossman y Krueger (1995).

## **VII. Recomendaciones**

A partir del análisis de los resultados se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere al gobierno de Nicaragua reforzar la aplicación de la ley y seguir fomentando la educación ambiental en todos los sectores sociales y económicos del país, para lograr en conjunto acciones que den pautas al crecimiento económico sostenible.
- Realizar políticas públicas en conjunto con los principales sectores productivos del país para la transformación y adaptación de nuevos métodos productivos más “verdes”.

## VIII. Referencias Bibliográficas

- Parga, S., & Wheeler, D. (1996). Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from. *Journal of Political Economic*, 1314-1327-.
- Alvarez, J. E., & Bradshaw., R. P. (1978). Obtenido de Biblioteca de Geografía y Turismo Universidad Nacional del Sur: <https://www.bibliotecadgtyt.uns.edu.ar>
- Arostegui, A., & Baltodano, J. (Noviembre de 2019). Evaluación empírica de la Curva Ambiental de Kuznets para las emisiones de dióxido de carbono per cápita considerando el efecto de la Ley No. 217 – Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales en Nicaragua, en el período de 1980-2014. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (06 de junio de 1996). *asamblea.gob.ni*. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument)
- Banco Mundial. (2021). *bancomundial.org*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.PCAP.KG.OE>
- BCN. (2012). *bcn.gob.ni*. Obtenido de [https://publicaciones/metodologias/documentos/Cuadernillo\\_Economi](https://publicaciones/metodologias/documentos/Cuadernillo_Economi)
- BCN. (2013). 50 Años de Estadísticas Socioeconómicas. Managua, Nicaragua.
- BCN. (2017). Informe Anual 2017. Managua, Nicaragua.
- BCN. (2018). Informe Anual 2018. Managua, Nicaragua.
- Braga, L. (2010). *www.mendoza.conicet.gov.ar*. Obtenido de <https://bit.ly/30R026D>
- Bravo, E. (2014). Determinantes del crecimiento económico con presencia de instituciones públicas en México. México.
- Cambridge University Press. (2012). *https://books.google.com.ni*. Obtenido de <https://bit.ly/3moakDQ>
- Carral, G. T. (15 de diciembre de 2016). Reflexiones alrededor de la epistemología ambiental.
- Castilblanco, X. (13 de julio de 2016). *Ximena Castilblanco Morazán*. Obtenido de <https://xcastilblanco.journoportfolio.com/>
- Castro, M. (2010). *Diagnóstico y propuestas para el mejoramiento de los procesos de logística y aduana en la región de Centroamérica y Panamá*.
- Catalán, H. (diciembre de 2014). Curva Ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 19-37.



## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

- Catalán, M., & Jarrillo, E. (2010). Paradigmas de investigación aplicados al estudio de la percepción pública de la contaminación del aire. México.
- CEPAL. (mayo de 2014). Cambio Estructural y Crecimiento en Centroamerica y la República Dominicana. Santiago, Chile.
- Cervantes, J. (julio de 2017). La Curva Medioambiental de Kuznets; El caso México. Chapingo, México.
- Chan, M. Y. (2005). La Economía Ambiental.
- Correa, F. (julio de 2004). Crecimiento Económico y Medio Ambiente: Una revisión analítica de la hipótesis de la curva de Kuznets. *Semestre Económico*, 73-104.
- De Bruyn, S., van den Bergh, J., & Opschoor, J. (1998). Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. *Ecological Economics*, 161-165.
- Díaz Vasquez, R., & Cancelo, T. (2009). Emisiones de CO<sub>2</sub> y azufre y crecimiento económico: Una curva de Kuznets. *regional and Sectoral Economic Studies*, 98-116.
- Diderot, J., & J, C. (2005). *Medición del impacto del huracán Mitch en el bienestar de los hogares de Nicaragua*. Managua.
- Fernandez, R. (2013). La dimensión económica del desarrollo sostenible. San Vicente, España.
- Foladori, G. (2001). Introducción a la economía ecológica.
- Garay Flühmann, R. (2014). Manual de investigación ambiental. México.
- Gonzales , E. (2016). Crecimiento Económico. *Definición del crecimiento económico*.
- Gonzalez, J. (2003). Búsqueda de información en pediatría basada en la evidencia (II): fuentes de información secundarias y primarias. *Revista Española de Pediatría*, 59(3), 259-273.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (noviembre de 1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. 353-377. México.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. *ELSEVIER*, 353-377.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1998). Competing Paradigms in Qualitative Research In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. D.F, México.

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

- Hilton, H., & Levinson, A. (1998). Factoring the Environmental Kuznets Curve: Evidence from Automotive Lead Emissions. *Journal of Environmental Economics and Management*.
- INATEC. (abril de 2016). Adaptación al cambio climático. Managua, Nicaragua.
- INEE. (2007). [www.inee.edu.mx](http://www.inee.edu.mx). Obtenido de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/03/CS07-2009.pdf>
- Jimenez, J. (2021). Evidencias de las variables ambientales y el crecimiento económico (Curva de Kuznets) para el caso Ecuatoriano. Ecuador.
- Jorgerson, D., & Wilconxen, P. (1998). Environmental regulation and U.S. economic growth. *Growth: Energy, The Environment and Economic Growth*, 157-194.
- Kuhn, T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. (F. d. economica, Ed.) México.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, XLV(One).
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). Economía Ambiental. Madrid, España.
- Lazo, M. A. (junio de 2020). Centroamerica y el cambio climático: De la planificación a la acción. San Salvador, El Salvador.
- Mankiw, N. G. (2012). Principios de Economía. México.
- MARENA. (2012). *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Managua: DIGIPRINT S.A.
- MARENA. (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada de Nicaragua*. Managua: DIGIPRINT S.A.
- Muñoz, E., Contreras, A., & Molero, M. (octubre de 2018). Ingeniería del Medio Ambiente. Madrid, España.
- Ortiz, R., Arias, F., Silva, C. D., & Cardozo, O. (2015). Análisis espacial del precio del suelo con modelos de regresión lineal múltiple (MRLM) y sistemas de información geográfica (SIG), Resistencia (Argentina). *geogr. Valpso*(51), 57-74.
- Parra, M. d. (8 de junio de 2016). La curva de Kuznets Ambiental para los países de OCDE a través de un modelo de datos panel. Veracruz, México.
- Pérez, E. (febrero de 2009). Desarrollo y medio ambiente. Algunas miradas desde las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas*, 141-161.
- Pinzón, D., & Gonzales, C. (noviembre de 2018). Curva de Kuznets Ambiental: Evidencia Empírica para Colombia 1971 – 2014. Bogotá, Colombia.

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

- Sáenz, O. (noviembre de 2007). Las ciencias ambientales: Una nueva área del conocimiento. Colombia.
- Sampieri, R. H., Collado, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la Investigación. D.F, México.
- Sánchez, F. A. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación en Ciencia Universitaria*, 102-122.
- 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(2), 147-162.
- SICA. (2019). La Integración Centroamericana y la Globalización Mundial.
- SICE. (2005). <http://www.sice.oas.org>. Obtenido de [http://www.sice.oas.org/ctyindex/nic/WTO/ESPANOL/WTTPRS167R1\\_01\\_s.doc](http://www.sice.oas.org/ctyindex/nic/WTO/ESPANOL/WTTPRS167R1_01_s.doc)
- Suárez, E. G. (2011). Conocimiento empírico y conocimiento activo transformador: algunas de sus relaciones con la gestión del conocimiento. *Revista Cubana de ACIMED*, 22(2), 110-120.
- Thorpe, A., & Aguilar, A. (junio de 2010). Los modelos económicos de utilización de recursos naturales. México.
- Trujillo, M. E. (enero de 2014). Triángulo de Ineficiencia Social. *Ciencia Empresarial*, 24-26.
- Udiel Torres, D. A., & Solano Cortez, M. K. (enero de 2013). Contaminación por emisiones vehiculares sector residencial Linda Vista Sur, distrito numero dos Managua, primer semestre año 2012. Managua, Nicaragua.
- Valdes, J. C. (abril de 2017). Antecedentes teóricos de la economía ambiental. *Realidad Económica*, 153-165.
- Wooldridge, J. (2010). Introducción a la econometría, Un enfoque moderno. D.F, México.
- Zurrita, A., Badii, A., Guillen, O., Serrato, L., & Garnica, A. (diciembre de 2015). Factores Causantes de Degradación Ambiental. *International Journal of Good Conscience*, 1-9.

## IX. Anexos

- **Parámetros Econométricos**

### Estimación del modelo 1

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	59
Model	2.96509082	1	2.96509082	F(1, 57)	=	120.80
Residual	1.39906506	57	.024545001	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6794
				Adj R-squared	=	0.6738
Total	4.36415588	58	.075244067	Root MSE	=	.15667

lnCO2percKH	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnPIBpercaUS	.3378257	.0307366	10.99	0.000	.2762768 .3993746
_cons	4.247735	.1994835	21.29	0.000	3.848276 4.647194

### Contraste de RESET de Ramsey (M 1)

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of lnCO2percKH  
 Ho: model has no omitted variables  
 F(3, 54) = 7.84  
 Prob > F = 0.0002

### Normalidad de los Residuos (M1)

Skewness/Kurtosis tests for Normality

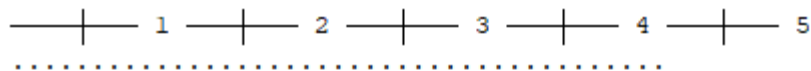
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
res1	59	0.5074	0.4119	1.15	0.5617

### Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan (M1)

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of lnCO2percKH  
 chi2(1) = 2.92  
 Prob > chi2 = 0.0873

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

### Contraste de Chow (M1)



Test for a structural break: Unknown break date

Number of obs = 59

Full sample: 1960 - 2018

Trimmed sample: 1969 - 2010

Estimated break date: 1979

Ho: No structural break

Test	Statistic	p-value
swald	45.5989	0.0000

Exogenous variables: lnPIBpercaUS

Coefficients included in test: lnPIBpercaUS \_cons

### Contraste de Autocorrelación (M1)

Durbin-Watson d-statistic( 2, 59) = .4226684

### Contraste de Colinealidad (M1)

Variable	VIF	1/VIF
lnPIBpercaUS	1.00	1.000000
Mean VIF	1.00	

**Modelo 2 o Modelo Medioambiental de Kuznets (EKC)**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	59
Model	3.32969252	2	1.66484626	F(2, 56)	=	90.13
Residual	1.03446336	56	.01847256	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7630
				Adj R-squared	=	0.7545
Total	4.36415588	58	.075244067	Root MSE	=	.13591

lnCO2percKH	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnPIBpercaUS	2.48686	.4844583	5.13	0.000	1.516373 3.457346
lnPIBpercaUS2	-.1652767	.037202	-4.44	0.000	-.2398012 -.0907522
_cons	-2.664928	1.565558	-1.70	0.094	-5.801118 .4712624

**Contraste de RESET de Ramsey (M 2)**

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of lnCO2percKH  
 Ho: model has no omitted variables  
 F(3, 53) = 1.34  
 Prob > F = 0.2718

**Normalidad de los Residuos (M2)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality

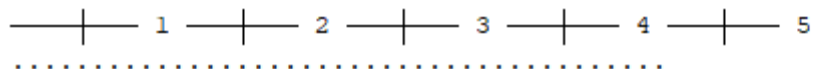
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj joint chi2(2)	Prob>chi2
res1	59	0.9231	0.4834	0.51	0.7745

**Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan (M2)**

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of lnCO2percKH  
  
 chi2(1) = 0.31  
 Prob > chi2 = 0.5756

## Curva Medioambiental de Kuznets para Nicaragua, 1960-2018

### Contraste de Chow (M2)



Test for a structural break: Unknown break date

Number of obs = 59

Full sample: 1960 - 2018

Trimmed sample: 1969 - 2010

Estimated break date: 1979

Ho: No structural break

Test	Statistic	p-value
swald	44.8271	0.0000

Exogenous variables: lnPIBpercaUS lnPIBpercaUS2

Coefficients included in test: lnPIBpercaUS lnPIBpercaUS2 \_cons

### Contraste de Autocorrelación (M2)

Durbin-Watson d-statistic( 3, 59) = .4991599

### Contraste de Colinealidad (M2)

Variable	VIF	1/VIF
lnPIBpercaUS	330.09	0.003029
lnPIBperca~2	330.09	0.003029
Mean VIF	330.09	

### Estimación del modelo 3

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	59
Model	3.40156076	3	1.13385359	F(3, 55)	=	64.79
Residual	.962595127	55	.01750173	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7794
				Adj R-squared	=	0.7674
Total	4.36415588	58	.075244067	Root MSE	=	.13229

lnCO2percKH	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnPIBpercaUS	2.680005	.4810923	5.57	0.000	1.715874 3.644135
lnPIBpercaUS2	-.1851333	.0375136	-4.94	0.000	-.2603122 -.1099544
ley	.1164358	.0574591	2.03	0.048	.0012853 .2315863
_cons	-3.118919	1.540245	-2.02	0.048	-6.205638 -.0321992

### Contraste de RESET de Ramsey (M 3)

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of lnCO2percKH  
 Ho: model has no omitted variables  
 F(3, 52) = 1.95  
 Prob > F = 0.1335

### Normalidad de los Residuos (M3)

Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
res1	59	0.1991	0.9737	1.72	0.4231

### Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan (M3)

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of lnCO2percKH  
  
 chi2(1) = 1.76  
 Prob > chi2 = 0.1846



### Contraste de Autocorrelación (M3)

Durbin-Watson d-statistic( 4, 59) = .5498716

### Contraste de Colinealidad (M3)

Variable	VIF	1/VIF
lnPIBperca~2	354.27	0.002823
lnPIBpercaUS	343.58	0.002911
ley	2.60	0.384230
Mean VIF	233.48	

- Cálculos Realizados

a) Cálculo de la primera derivada de la ecuación del Modelo 2

$$\ln Y = -2.664928 + 2.48686 \ln X_1 - 0.1652767 \ln X_2^2$$

Derivada

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X} = 2.48686 - 0.3306 \ln X_2$$

Igualando a cero la primera derivada

$$2.4868 - 0.3306 \ln X_2 = 0$$

$$-0.3306 \ln X_2 = -2.48686$$

$$\ln X_2 = \frac{-2.48686}{-0.3306}$$

$$\ln X_2 = 7.5223$$

$$X_2 = e^{7.5223} \approx 1,848.8$$