



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD JURÍDICA SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

CARRERA DE ECONOMÍA

Título:

**“HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE
ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR,
PERIODO 1970-2016”**

Tesis previa a la obtención del grado de economista

Autor: Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez.

Director: Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN

Econ. José Rafael Alvarado López, Docente de la Carrera de Economía de la Facultad Jurídica Social y Administrativa de la Universidad Nacional de Loja y Director de Tesis.

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado de manera detenida y minuciosa, durante todo su proceso de ejecución, la Tesis titulada: HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR, PERIODO 1970-2016, de autoría de Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez, previo a la obtención del Grado de Economista.

La presente Tesis cumple lo establecido en la norma vigente de la Universidad Nacional de Loja, por lo que autorizo su impresión, presentación y sustentación, ante los organismos pertinente.

Loja, 16 de Julio 2019



Econ. José Rafael Alvarado López

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez, con cédula de ciudadanía 1104874811, declaro ser el autor del presente trabajo de titulación: HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR, PERIODO 1970-2016, por ende, eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma. Además, certifico que las ideas, conceptos, procesamiento y resultados expuestos en el presente trabajo investigativo son de exclusiva responsabilidad mía.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez

Firma:

Cédula: 1104874811

Fecha: Loja, Septiembre del 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez, declaro ser el autor del trabajo de titulación: HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR, PERIODO 1970-2016, como requisito para obtener el grado de Economista. Además autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional (RDI). Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copias de la tesis llevada a cabo por un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 29 días del mes de octubre 2019, firma el autor

Firma:



Autor: Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez

Cédula: 1104874811

Dirección: Loja

Correo Electrónico: luigi.maldonado@unl.edu.ec

Teléfono: 0990153331

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

Tribunal de Grado

Presidenta: Eco. Patricia Guerrero Riofrío, Mg. Sc.

Vocal 1: Eco. Wilfrido Torres Ontaneda, Mg. Sc.

Vocal 2: Eco. Michelle López Sánchez, Mg. Sc.

DEDICATORIA

A Dios, quien inspiro mi espíritu y me lleno de sabiduría para llevar a cabo la presente investigación, a más de darme la dicha de seguir alcanzado cada uno de mis sueños, pues sin él nada sería posible.

A mis padres Abraham Maldonado y Ruth Gutiérrezes, quienes han sido mi pilar fundamental durante toda mi vida. Me han brindado todo su amor, apoyo y dedicación, para seguir cumpliendo cada una de mis metas.

A mis hermanos, fuente de sabiduría y amor, pues me brindaron su apoyo incondicional cuando más lo necesite.

A mi esposa e hijos quienes despertaron en mí una gran motivación, para lograr en mi vida, un crecimiento personal y profesional.

Finalmente, a mis amigos y compañeros quienes hicieron de mi vida universitaria una época inolvidable.

Luigi Maldonado

AGRADECIMIENTO

A Dios, por llenarme de bendiciones en la salud, fuerza de voluntad y sabiduría que me permitieron alcanzar tan anhelado sueño.

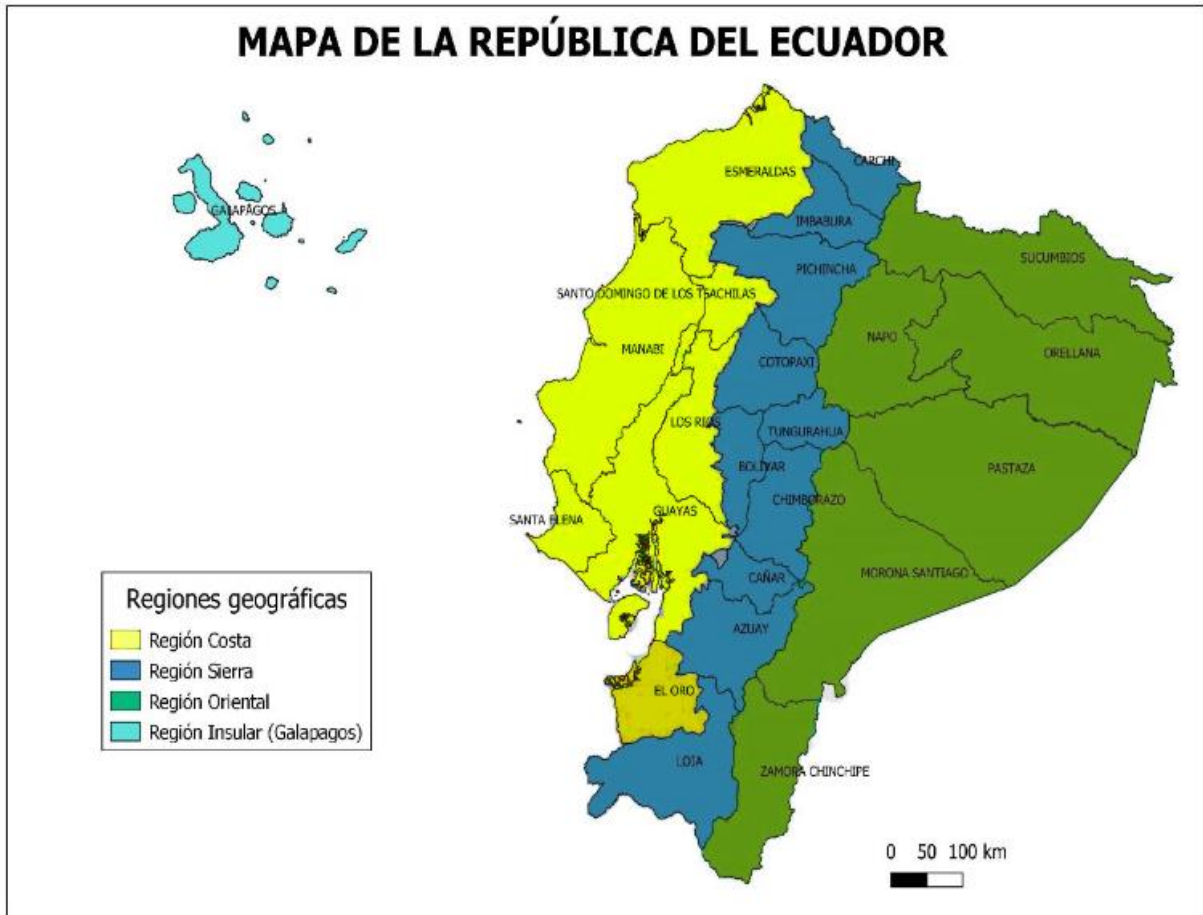
A mis padres Abraham Maldonado y Ruth Gutiérrez, quienes han sido mi pilar fundamental durante toda mi vida, siendo unos luceros que guían mi camino.

A mis hermanos, quienes aportaron con un granito de arena. Les agradezco no sólo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino también por los grandes momentos de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado.

A mis profesores, quienes supieron impartir todos los conocimientos durante todo el desarrollo de mis estudios universitarios.

Al Econ. José Rafael Alvarado, Mg. Sc., por haber sido mi director del trabajo de titulación. Además de ser un gran amigo, quien supo impartir en mí todos sus conocimientos para desarrollar mis habilidades como futuro profesional.

Luigi Maldonado



Mapa 1. Mapa de cobertura geográfica de la investigación
Fuente: Elaboración propia con datos del INEC (2010)

ESQUEMA DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

a. TITULO.....	1
b. RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
c. INTRODUCCIÓN.....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
e. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
f. RESULTADOS.....	37
g. DISCUSIÓN.....	50
h. CONCLUSIONES.....	53
i. RECOMENDACIONES.....	54
j. BIBLIOGRAFÍA.....	55
k. ANEXOS.....	87

a. TÍTULO

HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR, PERIODO 1970-2016

b. RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es examinar el efecto del crecimiento económico y consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador. Se estima esta relación en un país con alta dependencia del sector primario y un bajo nivel de participación de la industria en el PIB. Utilizamos datos de series temporales de los Indicadores de Desarrollo Mundial, elaborados por el Banco Mundial (2017), correspondiente al periodo 1970-2016. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) en forma de U-invertida, se cumple para el caso ecuatoriano entre las variables huella ecológica y crecimiento económico, y se encontraría en el tramo creciente de la curva, cerca de alcanzar su punto de retorno. No obstante, al incluir la variable consumo de energía, no es válida la CAK. A través de la metodología VAR y cointegración de Johansen, los resultados describen una relación estable de largo plazo entre las variables huella ecológica y crecimiento económico, sin embargo la variable consumo de energía, no satisface las condiciones de estabilidad de largo plazo. Mediante la metodología VEC, los resultados reportan una relación estable de corto plazo entre las variables. Además, se encontró causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía. Una posible implicación de política económica derivada de la presente investigación es priorizar la expansión y el uso eficiente de las matrices energéticas renovables, de manera que el PIB pueda aumentar sin deteriorar el medio ambiente. Además, considerando la evidencia empírica desarrollada, el Ecuador deberá dirigir su atención por un modelo conservacionista ante su actual modelo extractivista, optando por mecanismos que ayuden a sostener el proceso de crecimiento económico sin comprometer el medio ambiente.

Palabras Clave: Huella ecológica. Crecimiento económico. Consumo de Energía.

Clasificación JEL: Q53. O4. Q4.

ABSTRACT

The objective of this research is to examine the effect of economic growth and energy consumption on the ecological footprint in Ecuador. This relationship is estimated in a country with high dependence on the primary sector and a low level of industry participation in GDP. Adequately time series data of the World Development Indicators, prepared by the World Bank (2017), corresponding to the period 1970-2016. The permitted results conclude that the hypothesis of the Kuznets Environmental Curve (CAK) in the form of U-inverted, is fulfilled for the Ecuadorian case between the variables ecological footprint and economic growth, and is in the growing stretch of the curve, near of reaching its point of return. However, when the energy consumption variable is included, the CAK is not valid. Through the VAR methodology and Johansen cointegration, the results describe a stable long-term relationship between the ecological footprint and economic growth variables, however the variable energy consumption does not satisfy the long-term stability conditions. Using the VEC methodology, the results report a stable short-term relationship between the variables. In addition, unidirectional causality was found, ranging from economic growth to energy consumption. One possible implication of economic policy derived from this research is to prioritize the expansion and efficient use of renewable energy matrices, so that GDP can increase without deteriorating the environment. In addition, considering the empirical evidence developed, Ecuador should turn its attention to a conservative model in the face of its current extractivist model, opting for mechanisms that help manage the economic growth process without compromising the environment.

Keywords: Ecological footprint. Economic growth. Energy consumption.

JEL Classification: Q53. O4. Q4.

c. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente es considerado un sistema de gran importancia, pues en él se desarrollan varias formas de vida. Por ello, todas las naciones necesitan recursos naturales para la subsistencia de su población. No obstante, en la actualidad son evidentes los cambios que el planeta está atravesando como: el aumento en la temperatura, sequías, inundaciones, pérdida de la cubierta vegetal, etc. Estos problemas ambientales son resultado, de las actividades económicas y el uso de combustibles fósiles, para el sector industrial, comercial y local, pues generan una serie de problemas al medio ambiente que lleva a grandes pérdidas económicas (Barros, 2006). En este contexto, debido a las crecientes amenazas ambientales, se ha iniciado estudios para examinar los impactos del calentamiento global y la degradación ambiental sobre la actividad económica, en base a problemas ambientales nacionales, locales y por núcleo familiar (Cantos y Lorente, 2011).

Por su parte, Ecuador es un país megadiverso, cuya economía se basa en la producción y exportación de materias primas (especialmente la exportación de petróleo) a países de déficit ecológico. En los últimos años las actividades productivas ejercen más presión sobre la expansión de la frontera agrícola, la deforestación, la extracción y la quema de combustibles fósiles, siendo éstas algunas de las causas del deterioro ambiental en Ecuador (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). En este escenario, la mayoría de los estudios sobre la relación entre el crecimiento económico y medio ambiente, se han centrado en utilizar la variable emisiones de CO₂, como un indicador de la degradación ambiental (Salahuddin, Gow y Ozturk, 2015; Wang, Li, Fang y Zhou, 2016). Sin embargo, las emisiones de CO₂ solo forma una parte de la degradación ambiental. Siguiendo a Wackernagel y Rees (1998), en sus estudios mencionan que el indicador más amplio para determinar el grado de degradación ambiental, es la huella ecológica, puesto que considera las tierras de cultivo, el pastoreo, terrenos forestales, huella de carbono, y la superficie construida. De este modo, la huella ecológica se ha convertido en un nuevo indicador de la degradación ambiental (Aydin, Esen y Aydin, 2019; Destek y Sarkodie, 2019; Sarkodie y Strezov, 2018; Wang y Dong, 2019). Dado el modelo extractivista ecuatoriano y considerando la evidencia empírica desarrollada es conveniente examinar la huella ecológica como un indicador de la degradación ambiental.

A nivel nacional, la estructura de la huella ecológica no ha sido constante. En las últimas dos décadas, el componente dominante de la huella ecológica es el carbono emitido por la quema de combustibles fósiles, representando el 42% de la misma. De 1961 al 2013, la

Biocapacidad per cápita se redujo en 69,3%, pasando de 7,21 a 2,21 hag por persona, lo que revela una tendencia creciente de la huella ecológica. Además el valor per cápita aumentó 32,1%, pasando de 1,19 hag a 1,57 hag. En el año 2013, la Huella Ecológica per cápita de un ecuatoriano promedio fue aproximadamente 1,8 veces menor que el promedio mundial, manteniéndose por debajo de la Biocapacidad promedio mundial (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). Por ello, el uso intensivo de la tierra requiere de más insumos como agua y fertilizantes que probablemente en un futuro sean muy difíciles de adquirir o en el peor de los casos se pierda en su totalidad los nutrientes que provee la tierra. El manejo intensivo del suelo ha llevado a la contaminación y agotamiento del agua subterránea. Esto también puede incrementar el riesgo de deterioro del suelo, pérdida de biodiversidad, promover la quema de combustible fósiles y pérdida de la productividad por cambios en los patrones climáticos. Todos estos efectos llevan a la pregunta de si la Biocapacidad podrá ser mantenida a largo plazo (Global Footprint Network, 2012).

En la misma línea, el efecto de las actividades económicas sobre el medio ambiente, se ha convertido en uno de los temas más atractivos para los investigadores. En este sentido, ésta relación se la puede analizar desde el concepto de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK). De acuerdo a la hipótesis de la CAK, sostiene que un aumento en los niveles del PIB, incrementa la contaminación ambiental hasta cierto nivel de ingreso per cápita, hasta alcanzar el punto de inflexión, a partir del cual comienza a reducirse los niveles de contaminación, y por lo tanto, existe una relación de forma de U-invertida entre el crecimiento económico y la degradación ambiental (Panayotou, 1993).

Por esta razón, la evidencia empírica demuestra que el crecimiento económico puede generar efectos positivos para el medio ambiente. Sin embargo existen investigaciones las cuales afirman que el crecimiento económico puede ser nocivo con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento nulo o decreciente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997). Además, de acuerdo a la evidencia empírica, el consumo de energía es considerado como el primer contribuyente de la degradación ambiental (Soytas y Sari, 2003, 2007; Kahia, Aissa, Kadria y Lanouar, 2017). No obstante, este recurso es fundamental para el crecimiento económico, puesto que mejora la calidad de vida de los individuos y fomenta la producción (Winchester y Szalachman, 2009).

Para el caso de América Latina, las investigaciones realizadas señalan, que al establecer políticas de conservación ambiental, el crecimiento económico disminuirá (Chang y Carballo,

2011; Orea y Villarino, 2013; Delgado ,2016). Además, los estudios realizados para el caso ecuatoriano, mencionan que el crecimiento económico es la mejor variable que predice la degradación ambiental (Almeida, 2013; Espinosa, 2013; Rentería, Toledo, Bravo, Ochoa, 2016).

En base en lo anterior, el objetivo principal de este estudio, es examinar el efecto del crecimiento económico y del consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador, durante el periodo 1970-2016. En este escenario la hipótesis propuesta es “La huella ecológica es resultado del crecimiento económico y del consumo de energía”, la misma que será o no corroborada mediante la metodología propuesta.

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de mejorar los conocimientos respecto a la economía ambiental, aportando con resultados más amplios y actualizados a la literatura teórica y empírica ya existente, puesto que pocos de los estudios desarrollados para el caso Ecuatoriano, se han basado principalmente en comprobar la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (Almeida, 2013; Espinosa, 2013), en donde utilizan la variable emisiones de CO₂, como un indicador a la degradación ambiental, además de no considerar el consumo de energía. Utilizamos una metodología de cointegración y causalidad, que nos proporcionó resultados más robustos y consistentes sobre la realidad Ecuatoriana. En base a los resultados obtenidos de la presente investigación se propone implicaciones de política económica, que mejoren la situación actual del Ecuador. Una posible implicación de política económica derivada de la presente investigación es priorizar la expansión y el uso eficiente de las matrices energéticas renovables, de manera que el PIB pueda aumentar sin dañar necesariamente el medio ambiente.

Para el desarrollo de la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) Analizar la evolución y correlación de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016. b) Estimar la relación de largo plazo y corto plazo entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016. c) Estimar la relación de causalidad entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera: el apartado d. Presenta la revisión de literatura, en base a 3 aspectos: antecedentes, la fundamentación teórica y legal.

En el apartado e. comprende los materiales, métodos, técnicas e instrumento que se utilizó para realizar la investigación. Seguidamente, en el apartado f. se reportan los resultados, sustentados en tablas, gráficos, análisis e interpretaciones de datos, en función de cada uno de los objetivos específicos planteados. El apartado g. se realiza la discusión de los resultados en cuanto a la comparación de los resultados obtenidos con la teoría económica previamente expuesta. Así mismo, en el apartado h. se exponen las conclusiones. En el apartado i. se presenta las recomendaciones de la investigación. En el apartado j. se presenta la bibliografía. Finalmente, en el apartado k. se presentan los anexos.

d. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. ANTECEDENTES

Los primeros estudios ambientales, se evidencian en la década de los setenta del siglo XX, es a partir de los mismos que se realiza un análisis del impacto ambiental en la economía y su incidencia en la sociedad. Orea y Villarino (2013), mencionan que los estudios en base al impacto ambiental, se extendieron a muchos países del mundo con la preocupación de dichos problemas ambientales, de este modo los países que siguieron esta iniciativa son Canadá (1973), Australia (1974), Alemania (1975), Japón (1984) y en toda Europa.

En el caso de América Latina, la evaluación de impactos ambientales se tomó en cuenta, luego de que este sería un requisito exigido, con el fin de conceder créditos por parte de organismos internacionales, otorgados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial. Por ello, Colombia da la iniciativa con la evaluación del impacto ambiental en 1973 (Orea y Villarino, 2013).

En base a los problemas y las políticas necesarias para reducir los problemas ambientales, se ha realizado investigaciones con la finalidad de evaluar los principales factores que inciden en la contaminación ambiental. Los estudios revelan que el crecimiento económico es el principal impulsador de mayor consumo de energía y generador de contaminación ambiental (Zhang y Cheng, 2009; Ang, 2008). Además, el crecimiento económico puede ser nocivo con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento nulo o decreciente. No obstante existen investigaciones en las cuales afirman que el crecimiento económico puede generar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997).

1.1 Relación entre crecimiento económico y medio ambiente.

La relación entre crecimiento económico y medio ambiente se puede analizar desde la teoría de la Curva de Kuznets (1955).

1.1.1. Curva de Kuznets

Kuznets (1955) planteó la relación entre crecimiento y distribución, la cual muestra que al comienzo del desarrollo económico de un país (medido a través del PIB per cápita), ocurre cuando existe inequidad en la distribución del ingreso (medido a través del Índice de Gini), hasta alcanzar el punto de inflexión, denominado Turning Point (Nivel máximo que alcanza la curva), donde el escenario cambia e inicia a disminuir la inequidad en términos de concentración de riqueza, es así que encontró una relación entre la desigualdad y la renta en forma de U-invertida a largo plazo. Más tarde Grossman y Krueger (1991), formalizan los primeros estudios empíricos utilizando la curva de Kuznets (1955), con la finalidad de explicar la relación entre calidad ambiental y el PIB per cápita.

Por su parte, la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), fue introducida por Panayotou (1993), el cual analiza el efecto del crecimiento económico en el aire y tierra. La hipótesis de la CAK, sostiene que, un aumento en los niveles del PIB incrementa la contaminación ambiental hasta cierto nivel de ingreso per cápita, hasta alcanzar el punto de inflexión a partir del cual comienza a reducirse los niveles de contaminación. La existencia de esta relación de U-invertida, ha sido argumentada por múltiples autores véase (Hettige, Mani y Wheeler, 1998; Grossman y Krueger, 1991; Low y Yeats, 1992; Rothman, 1998). Además en los informes elaborados por el Banco Mundial, se profundizó más la existencia de la U-invertida de la CAK, por ello se expuso varias figuras revelando la relación entre PIB y varios indicadores de calidad ambiental. Los resultados obtenidos muestran que es importante y significativa la estructura sectorial, la eficiencia (insumos requeridos por unidad de producto), el reemplazo de recursos escasos y el manejo de tecnologías limpias (World Bank, 1992). Este informe sugiere la necesidad de establecer políticas ambientales orientadas a la protección de los recursos ambientales.

En la misma línea, la hipótesis de la Curva Ambiental da origen en la fase inicial de crecimiento, donde la base productiva es deficiente por la falta de recursos, característico de actividades extractivas, donde la degradación ambiental aumenta de manera proporcional a la producción. En la segunda fase, se logra el punto de inflexión denominado Turning Point (Nivel máximo que alcanza la curva) donde el crecimiento económico permite adoptar nuevas

tecnologías, que ayudan a mitigar la contaminación ambiental, lo que se traducen en mejoras de eficiencia productiva (Stern y Barbier, 1996; Panayotou, 1997; Ayres, 2008; Dinda, 2004; Lanegra y Morales, 2007; Nadal, 2007). Este escenario es reflejado en la figura 2.

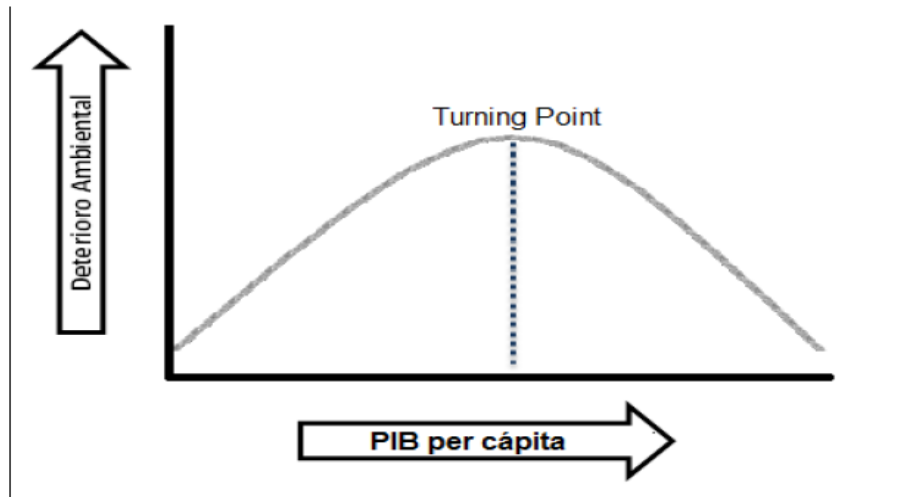


Figura 1. Curva de Kuznets Ambiental
Fuente: Panayotou (1993, 1995, 1997)

Con el fin de ampliar los conocimientos respecto a economía-ambiental, se aborda a continuación, la revisión de literatura entre la relación crecimiento económico y medio ambiente. Por consiguiente se aborda la relación entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía.

La evidencia empírica desarrollada hasta la actualidad sobre la relación entre el crecimiento económico y medio ambiente ha permitido verificar la CAK. Existe evidencia empírica en la que se cumple o no la hipótesis de la CAK. Actualmente, los autores suelen ser los más críticos con las técnicas econométricas utilizadas en algunos trabajos donde se cumple la CAK, así como con las implicaciones de política que nacen a partir de los estudios realizados. A continuación se revela los hallazgos encontrados por diversos autores.

Siguiendo algunos autores Selden y Song (1994), argumentan que la U-invertida son resultado de: las elasticidades positivas entre ingreso y calidad ambiental, de los cambios estructurales en materia productiva a favor del medio ambiente, de tecnologías limpias, la mayor información y educación en cuanto a las consecuencias ambientales, y con la ayuda de políticas públicas encaminadas a la conservación de los recursos naturales (Selden y Song, 1994; McConnell, 1997; Rothman y Bruyn, 1998). Además, Boyce (1994) indica que mayor desigualdad de poder y riqueza, lleva un mayor grado de degradación ambiental, por medio de

tres caminos: desigualdades en las reglas de decisión social, valoraciones de incidencia de costo-beneficio de las actividades ambientalmente degradantes, y por la tasa de preferencia aplicada al medio ambiente (mayor desigualdad conduce a tasas más altas de preferencia temporal ambiental).

Así mismo, Ravallion, Heil y Jalan (2000) mencionan que la disminución de la pobreza (mediante un mayor crecimiento económico o redistribución) en el corto plazo, tiende a aumentar las emisiones de CO₂. Sin embargo, a lo largo plazo, las emisiones de CO₂ se pueden reducir cuando existe un crecimiento con equidad, y aumentar cuando existe un crecimiento desigual en la redistribución. Por su parte, Torras y Boyce (1998) analizan la tasa de alfabetismo y las libertades civiles como una proxy a la igualdad del poder. Observan que una mayor alfabetización brinda mayor acceso a la información, en este contexto los países que poseen altas tasas de alfabetización, poseen una mejor distribución equitativa del poder. Se afirma que en países de bajos ingresos, las libertades civiles inciden en la calidad ambiental.

Siguiendo a Panayotou (1997), en su trabajo investigativo sobre el dióxido de azufre (SO₂), señala la importancia de la calidad política y de las instituciones, para mitigar la degradación ambiental. Encuentra que la calidad política y de las instituciones puede reducir la degradación ambiental en grupos de bajos ingresos y acelerar las mejoras ambientales en los grupos de altos ingresos. La explicación de la CAK, se complementa con argumentos secundarios como el nivel educativo de las personas, el grado de proteccionismo en cuestión a los derechos de propiedad y las políticas que son direccionadas para mejorar su calidad ambiental.

Con el objetivo de mejorar los conocimientos en cuanto a la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, analizaremos la evidencia empírica en dos grupos de investigación. El primer grupo consiste en el análisis de trabajos en donde se cumple la hipótesis de la CAK, y en el segundo grupo donde no es válida la misma. Los resultados de dichos estudios pueden variar en base a su muestra, intervalos de tiempo y técnicas de estimación. La literatura se presenta a continuación.

Pao y Chen (2019) verifican la validez de la hipótesis de la CAK, mediante la relación entre emisiones contaminantes y producción, como una proxy al crecimiento económico. Este estudio utiliza datos de panel y una metodología basada en técnicas de cointegración para los países del G20, como una muestra representativa del desarrollo y crecimiento económico global, durante el período 1991–2016. Los resultados obtenidos muestran que existe una

relación de equilibrio a largo plazo entre las emisiones contaminantes y el PIB real. Es así que la estimación afirma que la Curva de Kuznets Ambiental si existe. De igual forma Churchill, Inekwe, Ivanovski, y Smyth (2018), analizan la relación entre el desarrollo económico y las emisiones de CO₂. Prueban la hipótesis de la CAK, bajo un panel de datos de 20 países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), para el periodo 1970-2014. Los resultados obtenidos muestran una evidencia de la CAK para nueve de los 20 países, de los cuales, cinco de ellos presentan una relación en forma de U-invertida, tres muestran una relación en forma de N y uno, una relación en forma de N invertida.

Así mismo los autores Du, Liu, Lei, y Huang (2018), examinan la relación entre la contaminación ambiental y el crecimiento económico a través de pruebas unitarias y cointegración, con datos de panel para las distintas regiones de china. Los resultados muestran la inexistencia de una relación en forma de U-invertida, sin embargo al introducir la intensidad energética como variable de control, hubo una relación en forma de U-invertida para la región central, mientras que en las regiones Oeste y Noreste existió una relación en forma de N invertida.

Por su parte, Bhattacharyya y Ghoshal (2010) afirman que la relación entre las emisiones contaminantes y el crecimiento económico es más significativa para los países con mayor cantidad de población. Estos resultados sugieren que la política pública orientada a mitigar las emisiones tendría mayor impacto en los países desarrollados que en los países en desarrollo. De igual manera Luzzati, Orsini y Gucciardi (2018), investigan la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental mediante la relación entre energía y emisiones de CO₂ en Alemania, período 1971-2015. Los resultados obtenidos afirman que, tanto para las emisiones de CO₂ como para la energía, la evidencia de la Curva Ambiental de Kuznets, que surgió a fines del siglo pasado se desvaneció con la globalización. Solo existe evidencia de elasticidades decrecientes para los países de ingresos muy altos. Es así, el caso de Alemania al ser un país de ingresos altos indica que las políticas de energía activa pueden reducir la energía y el CO₂ sin dañar la economía.

En la misma línea, Ghali y El-Sakka (2004) en su estudio analizan la relación del crecimiento económico el consumo de energía. A través del modelo de vector de corrección de error (VEC) prueban la existencia y dirección de causalidad en Canadá. La dinámica a corto plazo de las variables indica que la causalidad de Granger se está ejecutando en ambas direcciones entre el crecimiento del producto y el uso de energía. Por lo tanto, una implicación

política importante del análisis es que la energía puede considerarse como un factor limitante para el crecimiento de la producción en Canadá. Además, Bowden y Payne (2009) analizan la relación entre el PIB real y el consumo de energía en Estados Unidos. A través de la prueba de causalidad de Granger sus resultados indican que el consumo industrial de energía primaria causa el PIB real. Los resultados sugieren que las políticas energéticas y ambientales deberían reconocer las diferencias en la relación entre el consumo de energía y el PIB real por sector. De igual forma Salim, Hassan y Shafiei (2014), examinan la relación del crecimiento económico y consumo de energía, en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), por medio de las pruebas de causalidad de Granger, sus resultados revelan causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y el consumo de energía. No obstante en el corto plazo solo obtienen causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía. Una implicación de política seria, provocar una expansión de las fuentes de energía renovables pues es una solución viable para abordar los problemas de seguridad energética y cambio climático, y la sustitución gradual de fuentes de energía renovables por fuentes no renovables podría mejorar una economía energética sostenible.

Siguiendo a los autores Aslan, Destek y Okumus (2018), quienes evalúan la hipótesis de la Curva de kuznets Ambiental en Estados Unidos mediante técnicas de cointegración y series de tiempo, durante el período 1973–2015. Los resultados obtenidos muestran que la hipótesis de la CAK en forma de U-invertida es válida para la emisión total de CO₂ y el crecimiento económico. Además, Robledo y Olivares (2013) evalúan la relación entre las emisiones contaminantes, el consumo de energía y el PIB, para un grupo de países conocido como los CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica), durante el período 1985-2007, mediante datos de panel no estacionarios, pruebas de raíces unitarias y de cointegración. Los resultados obtenidos revelan la existencia de la Curva Ambiental de Kuznets, por ello un aumento en los niveles del PIB per cápita incrementan las emisiones de CO₂, pero a partir de determinado nivel de PIB las emisiones disminuyen.

Para el caso de América Latina y el Caribe, autores como Jardón y Tol (2017), analizan la relación empírica entre las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico, bajo un panel de 20 países de América Latina y el Caribe en el periodo 1971-2011. Dicha relación empírica, conocida como la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), propone que la relación entre ambas variables a largo plazo posee una relación funcional en forma de U-invertida. Si bien esta hipótesis ha sido estudiada desde la década de 1990, recientemente su validez

empírica ha sido cuestionada, entre otras cosas, por la falta de análisis de estacionariedad de las variables, y en un contexto de datos panel, la presencia de dependencia cruzada. En base a las 2 críticas los resultados obtenidos bajo el supuesto de independencia cruzada, se confirma la existencia de una CAK con puntos de quiebre realistas. Sin embargo, dicho supuesto de variables cruzadas es rechazado posteriormente, concluyendo así que en presencia de dependencia cruzada en el panel, no se puede establecer una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.

Para el caso ecuatoriano, las investigaciones realizadas se han basado principalmente en verificar la Curva Ambiental de Kuznets, en este contexto se puede citar el trabajo investigativo de Espinoza (2013), quien analiza la relación entre el crecimiento económico y la contaminación ambiental, a través de técnicas de cointegración, con la finalidad de examinar una relación de largo plazo. Los resultados obtenidos revelan, que la CAK es válida para el caso ecuatoriano y se encontraría en la fase de crecimiento.

En el segundo grupo de revisión de literatura se cita a Ozcan (2013), quien examina la relación entre crecimiento económico, consumo de energía y contaminación ambiental mediante un análisis raíces unitarias, cointegración y causalidad con datos de panel para 15 y 12 países de Medio Oriente, los resultados obtenidos para el primer caso muestran que no existe una relación causal entre el PIB y el consumo de energía, y entre las emisiones de CO₂ y al consumo de energía en el corto plazo. Sin embargo, en el largo plazo hay una causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ al consumo de energía. Mientras que en el segundo caso los resultados proporcionan evidencia contraria a la hipótesis de la CAK. Solamente se evidencia favorablemente a la CAK para 5 países de Oriente Medio. Para los países sobrantes no parece que exista causalidad entre los ingresos y las emisiones de CO₂. Así mismo Farhani y Ben (2012), quienes examinan el vínculo entre las emisiones de CO₂, crecimiento económico y consumo de energía, a través de una metodología de pruebas de raíz de la unidad del panel, cointegración del panel y causalidad del panel para 15 países de la región MENA durante el período 1973-2008. Los resultados obtenidos revelan que no existe un vínculo causal entre crecimiento económico y el consumo de energía y entre las emisiones de CO₂ y el consumo de energía en el corto plazo. Sin embargo, a largo plazo, existe causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico hacia las emisiones de CO₂ y al consumo de energía.

Por su parte, Sterpu, Soava y Mehedintu (2018) analizan la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita, PIB, consumo interno de energía bruta y consumo de energía renovable de la Unión Europea, a través de datos de panel para 28 países durante el período 1990-2016. Los resultados obtenidos revelan cointegración de largo plazo. En cuanto a la CAK, se puede evidenciar para el panel y para 17 de los 28 países de la UE, una curva ambiental en forma de N invertida. Además, las estimaciones muestran, que un aumento en el consumo de energía conduce a un aumento de GEI, mientras que un aumento en el consumo de energía renovable conduce a una reducción de las emisiones de GEI.

Para el caso América latina, los estudios sobre la relación entre el crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones de CO₂, afirman que Argentina, República Dominicana, México y Panamá podrían implementar políticas de conservación sin afectar el crecimiento, mientras tanto, Bolivia, El Salvador, Guatemala y Trinidad y Tobago no deberían considerar políticas de conservación, puesto que el crecimiento disminuirá y los doce países restantes (incluido Ecuador) deben enfocarse en el crecimiento económico antes de acoger cualquier política de conservación (Chang y Carballo, 2011). Así mismo Schmalbach, Ávila y Quesada (2018), analizan la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental de los países suramericanos, mediante el método de Mínimos Cuadrados con datos de panel, durante el periodo 2000-2012. Los resultados obtenidos revelan que el PIB per cápita incide sobre la contaminación medio ambiental, para 7 de los 9 países evaluados. Además, Ngarambe, Lim y Kim (2018) evalúan la relación entre el desarrollo económico y la contaminación lumínica como una proxy a la degradación ambiental. Bajo un análisis de recolección de datos en base a un trabajo de campo concluyeron que no se cumple la curva de kuznets en dicho análisis.

Por su parte, Rentería, Toledo, Bravo y Ochoa (2016) examinan la relación entre las emisiones contaminantes, crecimiento económico y el consumo de energía en el Ecuador para el periodo 1971-2010, mediante series de tiempo, la metodología utilizada incluye pruebas de estacionariedad, vectores autorregresivos (VAR) y cointegración de Johansen. Los resultados obtenidos revelan que la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) en forma de U-invertida no se cumple para Ecuador, sin embargo, se puede observar una relación lineal monótona creciente, lo que indica que el PIB provoca un incremento en las emisiones de CO₂ a largo plazo. Estudios realizados para el caso de Ecuador mencionan que el crecimiento económico es la variable que mejor predice las emisiones de CO₂ (Halicioglu, 2009).

De acuerdo a Bruyn y Opschoor (1997), señalan que el nexo entre el crecimiento económico y medio ambiente sugerida por la CAK, podría ser una realidad temporal, e incluso llegaría a un período de vinculación causado por la crecida de los costos, y/o ineficacia de las oportunidades de reducción de la presión ambiental, convirtiendo el crecimiento agregado en la degradación ambiental. En este contexto, de acuerdo a los hallazgos de varios estudios la Curva Ambiental de Kuznets, puede tomar diferentes formas, como se ilustra en la Figura 3. De este modo, la relación entre el crecimiento económico y medio ambiente es fundamentada a través de la evidencia empírica y teórica con efectos explicativos en el corto, mediano y largo plazo.

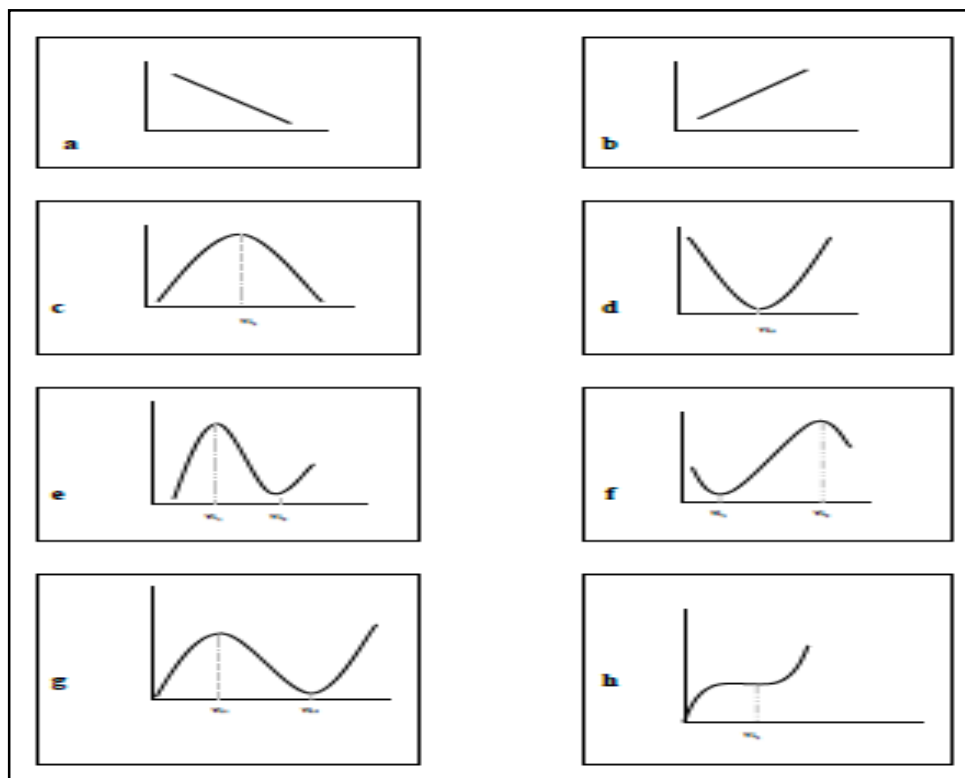


Figura 2. Convenciones de la relación entre contaminación ambiental y el ingreso
Fuente: Bruyn y Opschoor (1997), Panayotou (1997), Ekins (2000).

1.1.2. Relación entre la huella ecológica y crecimiento económico

La mayoría de los estudios sobre la relación entre el crecimiento económico y medio ambiente, se han centrado en utilizar la variable emisiones de CO₂ como un indicador a la degradación ambiental (Salahuddin et al., 2015; Wang et al., 2016). Por el contrario, las emisiones de CO₂ solo forma una parte de la degradación ambiental.

La huella ecológica como un indicador a la degradación ambiental, se propuso por primera vez en el año de 1991. Siguiendo a Wackernagel y Rees (1998), afirman que el indicador más

amplio para determinar el grado de degradación ambiental, es la huella ecológica, pues considera las tierras de cultivo, el pastoreo, terrenos forestales, huella de carbono, y la superficie construida. De modo que, la huella ecológica se ha convertido en un nuevo indicador de la degradación ambiental (Aydin et al, 2019; Destek y Sarkodie, 2019; Sarkodie y Strezov, 2018; Wang y Dong, 2019).

A continuación se presenta la evidencia empírica en dos grupos. El primer grupo aborda la relación de la variable huella ecológica y crecimiento económico con datos de panel y en el segundo grupo se aborda con datos de series e tiempo. Los resultados pueden variar debido a su muestra, intervalos de tiempo y diferentes técnicas de estimación.

En el primer grupo, se menciona el trabajo de Bagliani, Bravo y Dalmazzone (2008), quienes analizan la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets mediante la relación del ingreso y la huella ecológica, para 141 países. A través de la metodología de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y Mínimos cuadrados ponderados (MCP), sus resultados no muestran evidencia de desvinculación. De igual forma Ulucak y Bilgili (2018), examinan la relación entre la huella ecológica y el crecimiento económico, mediante la curva ambiental de Kuznets (CAK), donde clasifican los países en grupos de ingresos altos, medios y bajos. A través del modelo modelos de sesgo actualizado continuamente modificado (CUP-FM), sus resultados revelan que la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), es confirmada para los países de ingresos bajos, ingresos medios y altos ingresos.

Agregando a lo anterior, Ozturk, Al-Mulali y Saboori (2016) examinan la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) utilizando la huella ecológica como indicador ambiental y el PIB del turismo como indicador económico, durante el periodo 1988-2008 en 144 países. A través del método generalizado de momentos (GMM) y del panel del sistema (GMM), sus resultados muestran una relación negativa entre la huella ecológica y el crecimiento económico, en los países de ingresos medios y altos. Sin embargo, no se cumple para los países de bajos ingresos. De igual manera Ozcan, Ulucak y Dogan (2019), investigan si las políticas ambientales tienen o no efectos duraderos mediante el análisis comportamientos estacionarios de la huella ecológica que recientemente atraen gran atención y son aceptados como medida más amplia de la degradación ambiental en la literatura. Clasifican a los países por grupos de ingresos y la prueba de raíz de la unidad KSS del panel junto con el procedimiento SPSM se utiliza en función de datos anuales de 1961 a 2013. Los resultados empíricos muestran que la huella ecológica tiene un proceso estacionario para todos los países de altos ingresos y para

aproximadamente la mitad de los ingresos bajos y medios altos, mientras que la no estacionariedad se verifica para las economías de ingresos medios bajos.

En el segundo grupo se cita el trabajo empírico de Alvarado y Toledo (2017), quienes examinan la relación entre las variables crecimiento económico y la cobertura vegetal, este último como indicador a la degradación ambiental en el Ecuador. A través del modelo VAR y VEC sus resultados muestran una relación de largo y corto plazo respectivamente entre dichas variables. Además no encuentran causalidad.

Por su parte, Mrabet, AlSamara y Jarallah (2017), quienes investigan la hipótesis de la CAK, empleando la huella ecológica (FE), como un indicador de degradación ambiental en Qatar, durante el período 1980-2011. Mediante la estimación de Retraso Distribuido Autorregresivo (ARDL), sus resultados revelan, que existe una relación a largo plazo entre las variables. Por lo tanto proporciona evidencia de una relación monótona creciente entre la huella ecológica y el PIB real per cápita. Así mismo Hassan, Baloch, Mehmood y Zhang (2019), analizan la relación entre la huella ecológica y el crecimiento económico en Pakistán, durante el periodo 1971-2014. Mediante el modelo autoregresivo con retardos distribuidos (ARDL), sus resultados revelan que el crecimiento económico aumenta los niveles de huella ecológica y contribuye a la degradación ambiental. Además de concluir que no existe causalidad entre dichas variables.

En este escenario, los trabajos empíricos desarrollados hasta la actualidad sobre medio ambiente, crecimiento económico y consumo de energía han permitido identificar dos líneas de investigación. La primera línea se enfoca en verificar la Curva de Kuznets Ambiental y la segunda línea consiste en examinar la relación entre la huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía. Los estudios realizados de la segunda línea de investigación se presentan a continuación.

1.1.3. Relación entre huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía

La llegada de la segunda revolución industrial impulsó el patrón energético en base a los combustibles fósiles procedentes del petróleo y sus derivados. En las fases de la revolución industrial, el consumo de energía fue un determinante del crecimiento y desarrollo industrial, puesto que sería una fuente inagotable para las necesidades en aquella época (Maddison, 2005; Pinto, 2007). Ahora bien, el consumo de energía es considerado como el primer contribuyente a degradación ambiental (Soytas y Sari, 2003, 2007 y Kahia et al, 2017). No obstante, este

recurso es fundamental para el crecimiento económico, porque mejora la calidad de vida de los individuos y fomenta la producción (Winchester y Szalachman, 2009).

En este contexto, se examina la evidencia empírica con datos de panel en el primer grupo y en el segundo grupo se aborda, datos de series de tiempo. Los resultados pueden variar debido a su muestra, intervalos de tiempo y diferentes técnicas de estimación.

En el primer grupo se menciona el trabajo de Baloch, Zhang, Iqbal, y Iqbal (2019), quienes tienen como objetivo contribuir a la literatura existente, investigando el impacto del desarrollo financiero como una variable proxy al crecimiento económico en la huella ecológica. Utilizan un modelo de regresión Driscoll-Kraay, para un panel de 59 países durante el período de 1990-2016. Los resultados obtenidos revelan que el desarrollo económico y el consumo de energía aumentan la huella ecológica. De igual manera Solarin y Al-Mulali (2018), analizan la influencia de la inversión extranjera directa en las emisiones de dióxido de carbono, la huella de carbono y la huella ecológica. A través del modelo de estimación de grupo de media aumentada (AMG), su resultados del panel de 20 países, muestran que la inversión extranjera directa no tiene efecto en los indicadores de degradación ambiental. Por el contrario variables como el producto interno bruto, el consumo de energía y la urbanización son los principales contribuyentes a la degradación ambiental.

En la misma línea Aşıcı y Acar (2016), evalúan la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, para un panel de 116 países, empleando los componentes de producción e importación de los datos de la huella ecológica de la Global Footprint Network para el período 2004-2008. Sus resultados revelan que al controlar los efectos de la apertura al comercio, la capacidad biológica, la densidad de población, la participación de la industria y la energía per cápita, así como el rigor de la regulación ambiental y la aplicación de la regulación ambiental, se cumple la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), solo entre el ingreso per cápita y la huella de la producción nacional. Además, Al-Mulali, Weng-Wai, Sheau-Ting y Mohammed (2015) examinan la hipótesis de la CAK, utilizando la huella ecológica de un país como indicador de la degradación ambiental. Evalúan noventa y tres países, categorizados por ingresos. A través de la metodología de los efectos fijos y el método generalizado de momentos (GMM), sus resultados revelan una relación en forma de U-invertida entre la huella ecológica y el crecimiento económico, lo que representa la hipótesis CAK en los países de ingresos medios y altos, más no, en los países de ingresos medios y bajos. Además, el consumo de energía, la

urbanización y la apertura comercial, aumentan el daño ambiental a través de su efecto positivo en la huella ecológica de la mayoría de los países en todos los grupos de ingresos.

Por su parte, Destek, Ulucak y Dogan (2018) investigan la relación entre el ingreso y la huella ecológica mediante la presencia de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, para los países de la UE, durante el periodo de 1980-2013. A través de la metodología de datos de panel de segunda generación, sus resultados revelan que existe una relación en forma de U-invertida entre el ingreso real y la huella ecológica. Además, la energía no renovable aumenta la degradación ambiental, mientras que la energía renovable y la apertura comercial disminuyen la degradación ambiental en los países de la UE. Así mismo Destek y Sarkodie (2019), examinan la validez de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets mediante la relación entre el crecimiento económico, el consumo de energía, el desarrollo financiero y la huella ecológica para el período 1977-2013, para 11 países industrializados. A través del estimador grupal de media aumentada (AMG) y el método de la causalidad de panel de heterogénea, sus resultados revelan que existe una relación invertida en forma de U entre el crecimiento económico y huella ecológica. Además concluyen que hay causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y huella ecológica.

Siguiendo a Charfeddine y Mrabet (2017), quien se extiende del trabajo de Ozturk y Al-Mulali (2015), al volver a investigar la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, para 15 países de la región MENA. Utilizan la huella ecológica (EF) como proxy de la degradación ambiental durante el período 1975-2007. Los resultados revelan que el uso de energía empeora la huella ecológica, mientras que el PIB real per cápita exhibe una relación en forma de U-invertida con la huella ecológica en los países exportadores y no exportadores de petróleo. Asimismo, se evidencia causalidad bidireccional entre las variables ecológicas, PIB real y uso de energía.

En el segundo grupo, se aborda evidencia empírica con datos de series de tiempo. En este contexto se cita el trabajo de Mrabet y Alsamara (2017), quienes exploran la validez de la curva de Curva Ambiental de Kuznets (CAK), utilizando dos indicadores ambientales diferentes: las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y la huella ecológica (HE) en Qatar, durante el período 1980-2011. A través del modelo de retraso distribuido autoregresivo (ARDL), sus resultados muestran que existe una relación a largo plazo entre las variables seleccionadas con un cambio en el vector de cointegración en 1991 y 2000, lo que indica que la hipótesis en forma de U-invertida, no es válida en Qatar cuando usan las emisiones de CO₂, a pesar de ello la forma de

U-invertida se mantiene cuando se utiliza el indicador de la huella ecológica. De forma semejante, Charfeddine (2017) examina el impacto del consumo de energía y el desarrollo económico en la Huella Ecológica y las emisiones de CO₂, a través de un modelo de corrección de equilibrio de conmutación de Markov. Los resultados empíricos muestran una fuerte evidencia de cointegración con los cambios de Markov. También la hipótesis de la curva de Kuznets es válida para las emisiones de CO₂ y para la Huella ecológica. Además, los resultados muestran, que el consumo de electricidad y el desarrollo financiero están positivamente relacionados con la Huella Ecológica y negativamente con la Huella de Carbono Ecológica y las emisiones de CO₂.

También, Bello, Solarin y Yen (2018) investigan los impactos aislados del consumo de energía hidroeléctrica en el medio ambiente en Malasia, como una economía emergente. Utilizan cuatro medidas diferentes de degradación ambiental, incluida la huella ecológica, la huella de carbono, la huella hídrica y las emisiones de CO₂ como variables objetivo, al mismo tiempo que controlan el PIB, el cuadrado del PIB y la urbanización para el período de 1971 a 2016. Mediante la técnica de cointegración, sus resultados muestran una relación en forma de U-invertida entre la degradación ambiental y el PIB real. Además encuentran que la hidroelectricidad reduce significativamente la degradación. En base a los resultados de causalidad, encuentran causalidad unidireccional, que va desde la hidroelectricidad y el consumo de combustibles fósiles a todas las medidas de degradación ambiental y al PIB real per cápita.

Finalmente Caviglia, Chambers y Kahn (2009), prueban la validez de la CAK, utilizando como indicador la Huella Ecológica (HF), considerando que es una medida más completa de la degradación ambiental. Sus resultados revelan, que no se cumple la Curva Ambiental de Kuznets entre la huella ecológica y el desarrollo económico. Además, descubren que la energía es en gran parte responsable de la falta de una relación en forma de U-invertida. En general, estos resultados sugieren que el crecimiento por sí solo no conducirá al desarrollo sostenible.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Ubicación Geográfica

Ecuador está situado en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona cálida del continente americano. La parte continental está ubicada entre los paralelos 01°30' N y 03°23.5' S y los meridianos 75°12' W y 81°00' W. Además de estar atravesado por la línea ecuatorial,

precisamente 22 Km al Norte de la ciudad de Quito, que es su capital (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, 2012). La República del Ecuador es considerado como un país continental con preponderancia marítima, pero con un desarrollo de más de 1200 Km de costas, sin contar con el Archipiélago de Galápagos e islas continentales (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, 2012).

2.2. Extensión

Ecuador posterior a la firma del Protocolo de Río de Janeiro de 1942 y el Acuerdo de Paz del 26 de octubre de 1998 con Perú, cuenta con las siguientes extensiones: Continental 262.826 Km² y región Insular 7.844 Km², totalizando una extensión territorial de 270.670 km² (NAVAL, 2012).

2.3. Regiones Geográficas

La cadena montañosa conocida como Cordillera de los Andes atraviesa al Ecuador de norte a sur, según NAVAL (2012), el territorio continental está dividido en cuatro regiones naturales que son:

- Región Litoral o Costa
- Región Interandina o Sierra
- Región Oriental o Amazonía
- Región Insular o Galápagos

2.4. Clima

Ecuador se encuentra únicamente en la zona ecuatorial-tropical, pero debido a factores como la influencia del mar, la presencia de la corriente fría de Humboldt y de la corriente cálida de Panamá, que, variado con la orientación perpendicular de los Andes a los vientos Alisios, se obtiene como resultado una climatología variada que contiene una verdadera gama de sub-climas, microclimas y topo-climas. Las cuatro estaciones propias de las regiones templadas, no tienen trascendencia en nuestro país, llamándose invierno a la estación lluviosa y verano a la estación seca. En un invierno normal las lluvias se presentan en el mes de diciembre y se prolongan hasta el mes de mayo y verano en los seis meses restantes, (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, 2012).

2.5. Huella Ecológica

La huella ecológica es una medida de cuánta área de tierra y agua biológicamente productiva requiere un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los desechos que genera, utilizando la tecnología y las prácticas de administración de recursos existentes. La huella ecológica suele medirse en hectáreas globales, considerando que el comercio es global, la huella de un individuo o país incluye tierra o mar de todo el mundo. Sin más especificaciones, la huella ecológica generalmente se refiere al consumo de la misma (Lin, Hanscom, Murthy, Galli, Evans, Neill, y Wackernagel, 2018; Global Footprint Network, 2019).

La superficie se califica en seis tipos:

- **Territorio para la absorción de CO₂:** es el territorio que se debería reservar para albergar expresamente CO₂ que está continuamente liberándose a la atmósfera.
- **Territorio agrícola:** es la tierra más productiva pues concentra la mayor producción neta de biomasa utilizable por el hombre.
- **Superficie de pastos:** es significativamente menos productiva que la agrícola.
- **Superficie forestal:** se refiere a la superficie ocupada por bosques ya sean naturales o repoblados.
- **Áreas utilizadas directamente:** incluye las áreas ocupadas por superficies degradadas, embalses y áreas construidas.
- **Mar productivo:** incluye las zonas marinas de las que es posible detectar una producción biológica razonable que pueda ser aprovechada por el hombre.
- **Territorio reservado para la biodiversidad:** es el territorio productivo que es necesario para la conservación de la biodiversidad (Quesada, 2009. p.6)

2.5.1 Hectárea global (gha)

La hectárea global es una unidad contable de la huella ecológica y las cuentas de biocapacidad. Estas hectáreas biológicamente productivas y ponderadas por productividad les permiten a los investigadores reportar tanto la biocapacidad de la tierra o una región como la demanda de biocapacidad (la huella ecológica). Una hectárea global es una hectárea biológicamente productiva con productividad biológica promedio mundial para un año determinado. Las hectáreas globales son necesarias porque los diferentes tipos de tierra tienen diferentes productividades. Una hectárea global de, por ejemplo, tierras de cultivo, ocuparía un área física más pequeña que las tierras de pastoreo mucho menos biológicas, pues se

necesitarían más pastos para proporcionar la misma biocapacidad que una hectárea de tierras de cultivo. Debido a que la productividad mundial varía ligeramente de un año a otro, el valor de una hectárea global puede cambiar ligeramente de un año a otro (Global Footprint Network, 2019).

2.5.2. Capacidad biológica o biocapacidad

Es la capacidad de los ecosistemas para regenerar lo que las personas demanda de esas superficies. La vida, incluida la vida humana, compite por el espacio. La biocapacidad de una superficie particular representa su capacidad para renovar lo que las personas demandan. La biocapacidad es, por lo tanto, la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos utilizados por las personas y para absorber los desechos generados por los seres humanos, bajo los esquemas de manejo actuales y las tecnologías de extracción (Global Footprint Network, 2019).

2.5.3. Huella ecológica de consumo (EFC)

El tipo de huella ecológica más comúnmente reportado, se define como el área utilizada para apoyar el consumo de una población definida. La huella de consumo (en gha) incluye el área necesaria para producir los materiales consumidos y el área necesaria para absorber las emisiones de dióxido de carbono. La huella de consumo de una nación se calcula en las Cuentas de Huella Nacional como la huella de producción primaria de una nación más la huella de importaciones menos la huella de exportaciones, y, por lo tanto, es estrictamente una Huella de consumo aparente. El promedio nacional de la huella de consumo per cápita es igual a la huella de consumo de un país dividida por su población (Global Footprint Network, 2019).

2.5.4. Huella ecológica de la producción (EFP)

En contraste con la huella de consumo, la huella productiva de una nación es la suma de las huellas para todos los recursos recolectados y todos los residuos generados dentro de la región geográfica definida. Esto incluye toda el área dentro de un país necesaria para respaldar la cosecha real de productos primarios (tierras de cultivo, pastizales, zonas forestales y zonas de pesca), la zona edificada del país (carreteras, fábricas, ciudades) y el área necesaria para absorber las emisiones de carbono producto de combustibles fósiles generadas en el interior del país. (Global Footprint Network, 2019).

2.5.5. Huella de carbono

La Huella de carbono mide las emisiones de CO₂ asociadas con el uso de combustibles fósiles. En las cuentas de la huella ecológica, estas cantidades se convierten en áreas biológicamente productivas necesarias para absorber este CO₂. La huella de carbono se agrega a la huella ecológica porque es un uso que compite con el espacio bioproductivo, pues se considera que el aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, representa una acumulación de deuda ecológica (Global Footprint Network, 2019).

2.5.6. Cuentas de la Huella Nacional

Es el conjunto de datos central que calcula la huella y la biocapacidad del mundo y más de 200 países desde 1961 hasta el presente (generalmente con un retraso de tres años debido a la disponibilidad de datos). El desarrollo continuo, el mantenimiento y las actualizaciones de las Cuentas de la Huella Nacional están coordinados por Global Footprint Network y sus más de 80 socios (Lin, et al., 2018; Global Footprint Network, 2019).

2.5.7. Forma de cálculo de la Huella ecológica

De acuerdo a la Global Footprint Network (2019) y en los informes de Lin, et al. (2018), los cálculos subyacentes de la huella ecológica (HE) aplican los principios básicos descritos anteriormente para obtener la cantidad de área bioproductiva mutuamente excluyente en el planeta apropiada por las actividades humanas. El flujo de la producción de desechos se cuantifica en masa por tiempo y traducido a hectáreas globales a través de la siguiente ecuación.

$$HEp = \frac{P}{Yw} * EQF \quad (1)$$

Donde la terminología HE_p, es el flujo de la huella ecológica de la cantidad de área bioproductiva. El término P, representa la producción en toneladas anuales. El término Y_w, es el rendimiento promedio mundial en toneladas anuales por hectárea, y la terminología EQF, equivale al factor de equivalencia. Para cada tipo de uso de la tierra, el EQF es la relación de medio de la productividad global de un tipo de tierra dado, dividido por la productividad media global de las superficies productivas de todo el planeta.

La huella ecológica del consumo de un país se estima mediante el cálculo de la huella ecológica de todo lo que se produce dentro de un país, a continuación, se añade al cálculo de la huella ecológica incluido la huella ecológica de las importaciones y restando la huella ecológica de las exportaciones, lo que se traduce en la ecuación 2.

$$HEc = HEp + HEi - HEx \quad (2)$$

Donde la terminología HEc, representa la huella ecológica del consumo. El término HEp, es la huella ecológica de la producción, finalmente los términos HEi y HEx representan la huella ecológica de las importaciones y exportaciones respectivamente.

2.5.8. Hectáreas globales per cápita

Las hectáreas globales per cápita se la obtienen dividiendo las hectáreas globales, para el número de habitantes vivos en su respectivo año, esto se traduce en la siguiente ecuación.

$$hgp = \frac{hg}{\text{número de habitantes}} \quad (3)$$

2.6. Crecimiento Económico

Smith (1776) afirma que la riqueza de las naciones depende de dos factores: el factor trabajo, y el grado de eficacia de la actividad productiva. Los mismos dependen de la división del trabajo, la tendencia al intercambio, el tamaño de los mercados, y finalmente la acumulación de capital, la cual se la considera el motor del crecimiento de un país. Por su parte, Cobb Douglas (1928) en su enfoque neoclásico relaciona un producto y las variaciones de los insumos tecnología, trabajo y capital con el fin de estimar la función de producción de un país y proyectar así su crecimiento económico esperado. De igual forma Solow (1956), uno de los pioneros de la teoría neoclásica menciona que el crecimiento requiere del desarrollo del capital por medio de la inversión y el aumento de la población. También, Kuznets (1966) señala que el crecimiento económico es un aumento sostenido del producto per cápita o por trabajador. Por ejemplo es un aumento del valor de los bienes y servicios producidos por una economía durante un período determinado.

2.6.1. Importancia del crecimiento económico.

El crecimiento y desarrollo económico es una de las metas principales de todas las naciones. Dado que del crecimiento económico es la solución para algunos problemas de la economía. Un argumento frecuentemente, afirma que el crecimiento económico no sólo conduce a mejoras en la redistribución de la renta sino también a reducir los índices de pobreza (Jones y Jones, 1979).

2.6.2. Producto interno bruto

Es el total de los bienes y servicios expresados en valores monetarios producidos por un país o nación durante un determinado periodo de tiempo por lo general un año (Arango, 2014; Banco Mundial, 2017).

2.6.3. Componentes del Producto Interno Bruto

Mankiw (2014), menciona que el Producto Interno Bruto (PIB) es igual a la suma de cuatro componentes.

Donde:

- C = Consumo
- I = Inversión
- G = Gasto del gobierno
- XN = Exportaciones menos importaciones.

Consumo (C): es el gasto de las familias en bienes y servicios. No se incluye la compra de nueva vivienda.

Inversión (I): es el gasto en bienes de capital, es decir, bienes producidos que sirven para producir nuevos bienes. Se incluye la compra de nueva vivienda.

Gasto del gobierno (G): es el gasto en bienes y servicios por los gobiernos o sectores de carácter público. No incluye pagos por transferencias pues no se realizan a cambio de bienes o servicios producidos.

Exportaciones Netas (X-N): es el valor de todos los bienes y servicios exportados a otros países (exportaciones), menos el valor de todos los bienes y servicios vendidos por otros países (importaciones).

2.6.4. Producto Interno Bruto per cápita

Es el ingreso per cápita que trata de medir la riqueza material disponible a nivel individual o por persona. Se lo obtiene mediante la división entre el PIB total a precios constante y el número de habitantes (Mochón, 1996).

$$PIB = \frac{PIB \text{ total}}{\text{número de habitantes}} \quad (4)$$

2.7. Consumo de Energía

El consumo de energía primaria, se refiere al uso de energía antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados al transporte internacional (Banco Mundial, 2017).

El consumo de energía es fundamental para el crecimiento económico, puesto que mejora la calidad de vida de los individuos y fomenta la producción. En este sentido existe una relación significativa entre el crecimiento económico y el consumo de energía, dado que un incremento en el consumo de energía origina una mayor productividad (Winchester y Szalachman, 2009).

2.7.1. Consumo de energía per cápita

El consumo de energía per cápita representa la relación entre el consumo de energía y la población total (Banco Mundial, 2017).

$$CEpc = \frac{CE}{\text{número de habitantes}} \quad (5)$$

2.8. Modelo Económico

Es la representación simplificada de la realidad, con el fin de explicar cómo opera la economía o un fenómeno estudiado. Los modelos económicos constan de un conjunto de ecuaciones matemáticas que describen una teoría de comportamiento económico (Ouliaris, 2011).

2.9. Modelo econométrico

La econometría se define como la ciencia económica social, donde las herramientas de la teoría económica, las matemáticas y la estadística se emplean para el análisis de los fenómenos económicos (Goldberger, 1964).

Un modelo econométrico está conformado por una o varias ecuaciones donde la variable explicada depende de una o varias variables explicativas (Caridad, 1998). Por su parte, Tintner (1968) menciona que la econometría es el resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la economía, consiste en la aplicación de la estadística y los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la economía matemática y obtener resultados numéricos.

2.9.1. Terminología y notación

La forma de representar un modelo econométrico según Caridad (1998) es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + u_i \quad (6)$$

Donde:

y_i = Variable endógena (dependiente), variable que se quiere explicar cuyo comportamiento se requiere estudiar mediante las observaciones de otras variables.

β_0 = Término independiente del modelo (constante).

β_1 = Coeficientes del modelo

x_1 = variable exógena, explicativa o variable independiente cuyo comportamiento es más controlado que el de la dependiente debido que ellas determinan su comportamiento.

i = tiempo o periodo

u_i = perturbación aleatoria que recoge la información del modelo, es aquella variable que recoge lo que se equivoca el modelo económico y por otras variables explicativas que no están incluidas en el modelo o errores de medición.

2.10. Tipos de datos para el análisis económico

Para el análisis econométrico dependerá de la disponibilidad de los datos recopilados. Por ello es muy importante estudiar la naturaleza, las fuentes y las limitaciones de los datos para el análisis empírico.

Para el análisis empírico se dispone de tres tipos de datos como: series de tiempo, series transversales e información combinada que es una combinación de series de tiempo y transversales (Gujarati y Porter, 2010, p.22).

2.11. Datos de series de tiempo

Los datos de una serie de tiempo es un conjunto de observaciones sobre los valores de una variable en diferentes momentos. Los intervalos pueden ser semanales, mensuales, trimestrales, anual. Como por ejemplo la evolución del PIB, durante el período 1960-2000 (Gujarati y Porter, 2010, p.22).

2.12. Datos Transversales

Consisten en datos de una o más variables seleccionados en el mismo punto del tiempo. Por ejemplo el censo de población realizado en el 2010 por el INEC (Gujarati y Porter, 2010, p.22).

2.13. Datos de Panel

Los datos de panel se refieren a la combinación de datos temporales y transversales. Por ello recoge las observaciones sobre múltiples fenómenos a lo largo de determinados períodos. La dimensión temporal mejora la estructura de los datos y es capaz de aportar información que no aparece en un único corte (Gujarati y Porter, 2010, p.23).

3. MARCO LEGAL

3.1. OBJETIVOS NACIONALES DE DESARROLLO TODA UNA VIDA

El Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017), señala que:

“Planificar para toda una vida implica una visión integral e integradora para que nadie, a lo largo de toda su vida, quede fuera o se quede atrás. En diez años, se logró recuperar la planificación para lograr mayor equidad y justicia social, ampliar las capacidades productivas y fortalecer el talento humano. La planificación es el medio a través del cual avanzaremos con pasos firmes hacia el desarrollo. (pág. 15)”.

El Art. 280, propone que el Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores.

Además el Art. 293, menciona que la formulación y la ejecución del Presupuesto General del Estado se sujetarán al Plan Nacional de Desarrollo. Los presupuestos de los gobiernos autónomos descentralizados y los de otras entidades públicas se ajustarán a los planes regionales, provinciales, cantonales y parroquiales, respectivamente, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo.

La presente investigación se enfoca en el tercer objetivo del Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017), el cual hace referencia a *“Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”*.

El presente objetivo propone lo siguiente:

“Una gobernanza sostenible de los recursos naturales no renovables, a través del establecimiento de prácticas responsables con el medio ambiente y con la población, y el establecimiento de límites a las actividades extractivas cuando amenacen áreas protegidas, territorios ancestrales sagrados, fuentes de agua, entre otros”.

Ecuador se proyecta con una gestión ambiental proactiva hacia el campo de las relaciones internacionales. De forma práctica y directa, se llevará propuestas de instrumentos económicos y regulatorios para frenar las emisiones de gases de efecto invernadero en los países emisores. A través de una diplomacia verde se avanzará en la creación de la Corte Internacional de Justicia Ambiental, la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza y el fortalecimiento de instrumentos orientados a abordar la problemática de los recursos genéticos y la propiedad intelectual. Las relaciones internacionales y los proyectos con países vecinos deberán tomar en cuenta aspectos fundamentales como la gestión de acuíferos transfronterizos, el manejo sostenible de recursos pesqueros y demás biodiversidad compartida, así como construir políticas bilaterales para la protección de aguas y océanos.

Implicaciones de política:

- Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.
- Promover un proceso regional de protección y cuidado de la Amazonía, como la mayor cuenca hidrográfica del mundo.

Algunas de las metas propuestas para el 2021, se exponen a continuación.

- Evitar que la brecha entre Huella Ecológica y Biocapacidad sea menor a 0,35 hectáreas globales per cápita.
- Reducir al 15% la deforestación bruta con respecto al nivel de referencia de emisiones forestales.
- Incrementar la utilidad de las maquinarias, equipos y tecnologías productivas considerando criterios de obsolescencia programática.
- Reducir la expansión de la frontera urbana y agrícola.

3.2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

En la misma línea, la presente investigación se enfoca en el decimoquinto objetivo del desarrollo sostenible (PNUD, 2018). El presente objetivo hace mención a “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”.

En este contexto, la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas que se sostiene son las bases para las estrategias de adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres, puesto que pueden reportar beneficios que aumentarán la resiliencia de las personas a los efectos del cambio climático, además de proporcionar recreación y bienestar mental. Por otra parte, en muchas culturas los paisajes naturales están estrechamente asociados a los valores espirituales, las creencias religiosas y las enseñanzas tradicionales.

Algunas de las metas propuestas para el objetivo decimoquinto del Desarrollo Sostenible se presentan a continuación.

- Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales.
- Así mismo, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
- Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo.

e. MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES

Los materiales utilizados para el desarrollo de la presente investigación fueron los siguientes:

Tabla 1. *Lista de materiales demandados para la investigación*

Equipos de Computación	Suministros de Oficina	Servicios
Computadora	Resmas de papel formato A4	Transporte
Impresora	Cartuchos de tinta	Internet
Calculadora	Carpetas de perfil	
Memoria Flash	Lápices y esferos	

2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPTIVO

La presente investigación describió y analizó los aspectos referentes a degradación ambiental y crecimiento económico en el Ecuador, con la finalidad de proponer recomendaciones para mitigar el problema a tratar y así describir los aspectos que sean necesarios para dar posibles soluciones al problema.

2.2. CORRELACIONAL

La presente investigación, se basó en un estudio correlacional, por ello se utilizó técnicas estadísticas y econométricas entre las variables a utilizar en el modelo económico en Ecuador en el período 1970-2016.

2.3. EXPLICATIVA

A través de la investigación explicativa, se interpretó y se explicó la información obtenida. En base a los resultados se formuló alternativas de solución ante el problema de investigación.

3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.1. INDUCTIVO

A través de la recolección de datos se realizó el respectivo análisis para formular los enunciados necesarios basados en el tema de investigación. Con dicha información se obtuvo

mayores conocimientos sobre la huella ecológica, crecimiento económico y el consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

3.2. DEDUCTIVO

Este método se utilizó para el desarrollo del esquema de contenidos y de los capítulos del presente trabajo investigativo. Partiendo de premisas y conceptos generales hasta llegar a casos particulares que delimitaron la problemática planteada.

3.3. ANALÍTICO

Para procesar la información estadística se utilizó el método analítico, con el objetivo de descomponer el todo en sus partes, y de esta forma, se determinó las causas-efectos de las variables en el presente estudio.

3.4. SINTÉTICO

Con el objetivo de unir todas las partes que comprenderá el presente tema, se utilizó el método sintético para llegar a una completa comprensión, con otros términos, se llegó a la pertinente interpretación de la esencia de lo que se llevó a cabo, tanto en sus partes como en sus características.

3.5. ESTADÍSTICO

Se lo empleó para el procesamiento de información, para ello se utilizó herramientas estadísticas. Los resultados fueron representados mediante gráficos, cuadros, los mismos dieron la pauta para realizar las conclusiones y recomendaciones.

4. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.1. POBLACIÓN

La población se basa en la obtención de datos de fuentes oficiales, para su respectivo análisis e interpretación. De este modo la base de datos utilizada en la presente investigación, se obtuvo de los Indicadores de Desarrollo Mundial elaborados por el Banco Mundial (2017), para examinar la relación entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía. Los datos son series de tiempo del periodo de análisis 1970- 2016.

4.2. MUESTRA

No se utilizó una muestra, puesto que se trabajó con base de datos oficiales.

5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

5.1. TÉCNICAS INVESTIGATIVAS

5.1.1. BIBLIOGRÁFICA

La investigación fue bibliográfica, por ello se realizó la búsqueda de información con fuentes secundarias como publicaciones, artículos científicos, libros, revistas, bibliotecas virtuales las mismas que nos permitió recolectar información necesaria para el desarrollo y el análisis del presente trabajo investigativo. La importancia de esta técnica consistió en recolectar información teórica referente al tema y de esta forma analizar la situación actual.

5.1.2. ESTADÍSTICA Y CORRELACIONAL

Esta técnica fue utilizada para procesar los datos encontrados en la investigación, transformarlos en información y extraer conclusiones y recomendaciones. El uso de la correlación y sus pruebas de evaluación se utilizó para ver el grado de asociación entre la variable dependiente e independiente.

5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

5.2.1. FICHA BIBLIOGRÁFICA

Este instrumento fue utilizado con la finalidad de ubicar, registrar y localizar fuentes de información.

6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

6.1. ANÁLISIS DE DATOS

La base de datos utilizada en la presente investigación, se obtuvo de los Indicadores de Desarrollo Mundial, elaborados por el Banco Mundial (2017) y de la base de la Red Global de la Huella (2019), para examinar el efecto del crecimiento económico y consumo de energía en la huella ecológica. Los datos son series de tiempo, durante el periodo 1970-2016. La variable dependiente es la huella ecológica (medida en hectáreas globales per cápita), la variable independiente es el crecimiento económico (medido en PIB per cápita, a precios constantes 2010), seguidamente se incluyó una variable de control consumo de energía (medido en Kg de equivalente de petróleo per cápita). Finalmente se agregó una variable dummy que capture el

cambio estructural de Ecuador antes y después del periodo 2000 producto de la dolarización. La Tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de dichas variables.

Tabla 2. *Estadísticos descriptivos de las variables.*

Variable	Observaciones	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Huella Ecológica	47	1.83	0.22	1.34	2.31
PIB	47	3917.28	681.84	2486.445	5402.52
Consumo de Energía	47	672.604	169.4939	346.56	979.75
Dummy	47	0.36	0.48	0	1

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

7. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó con el objetivo de examinar el efecto del crecimiento económico y del consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador. Por su parte, la relación entre crecimiento económico y medio ambiente se analizó desde la teoría de la Curva de Kuznets (1955), además se utilizó el modelo de vectores autorregresivos (VAR) y el modelo de vector de corrección de error (VEC) para verificar la relación de largo plazo y corto plazo respectivamente, y finalmente se utilizó la prueba de causalidad de Granger (1969), para determinar la dirección de causalidad entre las variables.

7.1. Cointegración

Con el fin de examinar la relación a largo plazo entre las variables podemos utilizar la prueba de cointegración sobre modelos VAR utilizando la metodología desarrollada por Johansen (1988). Este autor analiza las restricciones impuestas por la cointegración de las series incluidas en un modelo VAR no restringido. En conclusión, si x_t e y_t están cointegradas significa, que aunque crezcan en el periodo (t), lo hacen de una forma completamente simultánea, de tal forma que el coeficiente de error entre x_t e y_t no aumenta.

7.2. Modelo de corrección de errores

Con la finalidad de examinar la relación a corto plazo se aplicará un modelo de corrección de error VEC. De acuerdo a Azlina y Mustapha (2012), si las variables están cointegradas se pueden utilizar los residuos para corregir los errores y estimar también los efectos a corto plazo. En definitiva, el modelo de vector de corrección del error (VEC) es un modelo VAR restringido (habitualmente con sólo dos variables) que asume restricciones de cointegración, es utilizado con series que no son estacionarias.

7.3. Causalidad de Granger

Granger (1969) propuso la prueba de causalidad, en base al criterio de que el futuro no puede afectar al pasado más bien en sentido viceversa. Por ello si una variable retardada está correlacionada con valores futuros de otra variable, indica que una variable es causa de la otra en el sentido de Granger. Por el contrario, cabe mencionar que esta causalidad en este sentido, no es lo correcto pues es posible que una variable retardada se correlacione espuriamente con otra variable únicamente por ser un indicador adelantado y no por ser una verdaderamente causalidad. Además, Granger y Engle (2004) mencionan que para predecir a otra variable de carácter unidireccional y bidireccional, se debe comparar el comportamiento actual y pasado de la variable de una serie temporal. De este modo si la variable X, predice la conducta de la variable Y, entonces “el resultado X” causa en el sentido de Granger “el resultado Y”; por ello el comportamiento es unidireccional. Por su parte, si “el resultado Y” predice “el resultado X”, el comportamiento es bidireccional.

7.4. Estrategia econométrica

La relación entre crecimiento económico y medio ambiente se puede analizar desde la teoría de la Curva de Kuznets. Kuznets(1955) planteó la relación entre crecimiento y distribución, la cual muestra que al comienzo del desarrollo económico de un país (medido a través del PIB per cápita), ocurre cuando existe inequidad en la distribución del ingreso (medido a través del Índice de Gini) hasta alcanzar el punto de inflexión, denominado Turning Point (Nivel máximo que alcanza la curva), es allí donde el escenario cambia y comienza a disminuir la inequidad en términos de concentración de riqueza, de modo que encuentra una relación entre la desigualdad y la renta en forma de U-invertida a largo plazo. Por su parte, Grossman y Krueger (1991) formalizan los primeros estudios empíricos utilizando la curva de Kuznets con la finalidad de explicar la relación entre calidad ambiental y el PIB per cápita. Por otra parte, la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), fue introducida por Panayotou (1993), quien analiza el efecto del crecimiento económico en el aire y tierra. La hipótesis de la CAK, sostiene que un aumento en los niveles del PIB incrementa la contaminación ambiental hasta cierto nivel de ingreso per cápita, hasta alcanzar el punto de inflexión a partir del cual comienza a reducirse los niveles de contaminación. En este contexto la ecuación (7) se expresa así:

$$HE_t = PIB_t \quad (7)$$

En la ecuación (7) la variable HE_t representa la huella ecológica (medida en hectáreas globales per cápita) y la variable PIB_t representa el crecimiento económico (medido a través del PIB per cápita a precios constantes 2010). El subíndice t , indica el tiempo de análisis, en este caso son datos de series temporales durante el periodo 1970-2016. A partir de la ecuación (7), se incluye dichas variables en logaritmos, además de agregar la variable de control denominada consumo de energía (CE), y la variable dummy planteada en la ecuación (8) con la finalidad de mejorar el ajuste del modelo. Finalmente se incluye el término de error.

$$lHE_t = \delta_0 + \delta_1 lPIB_t + \delta_2 lCE_t + \delta_2 Dummy_t + U_t \quad (8)$$

Con el objetivo de verificar empíricamente la relación entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía, partimos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La relación entre dichas variables se expresa por medio de la ecuación (9), la cual incluye la variable PIB en su forma cuadrada (PIB^2), con el fin de verificar la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets.

$$lHE_t = \delta_0 + \delta_1 lPIB_t + \delta_2 lPIB_t^2 + \delta_2 Dummy_t + U_t \quad (9)$$

En la ecuación (9), la inclusión del PIB^2 en logaritmos resulta en multicolinealidad y en el largo plazo no satisface las condiciones de estabilidad (ver Tabla 3). No obstante, para poder examinar la relación de la CAK y evitar los problemas de multicolinealidad, modificamos la variable PIB^2 (medido en PIB per cápita, a precios constantes 2010), por la variable PIB_t^2 (medido en tasa de crecimiento anual per cápita), como una variable proxy de acuerdo a las elasticidades de la variable PIB. La ecuación (10) se expresa así:

$$lHE_t = \delta_0 + \delta_1 lPIB_t + \delta_2 lPIB_t^2 + \delta_2 Dummy_t + U_t \quad (10)$$

Además de acuerdo a la evidencia empírica, se incluye la variable de control descrita como consumo de energía, para verificar la CAK, planteada en la ecuación (11).

$$HE_t = \delta_0 + \delta_1 PIB_t + \delta_2 PIB_t^2 + \delta_3 CE_t + \delta_2 Dummy_t + U_t \quad (11)$$

Por otra parte, con el fin de examinar la relación a largo plazo entre las variables descritas en la ecuación (11), se planteó un modelo de vectores autorregresivos (VAR). En este modelo todas las variables son endógenas y cada variable está en función de sus propios rezagos y los rezagos de las otras variables. En la ecuación (12), (13), (14) y (15) se plantea el modelo VAR

a estimar. El principal objetivo de este planteamiento, es determinar si las variables huella ecológica, PIB, PIB2 y el consumo de energía siguen una tendencia común a través del tiempo.

$$\begin{aligned} \Delta \log HE_t = & \delta_0 + \delta_1 \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \delta_2 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \\ & \delta_3 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \delta_4 \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + u_1 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \Delta \log PIB_t = & \delta_5 + \delta_6 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \delta_7 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \\ & \delta_8 \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \delta_9 \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + u_1 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \Delta \log PIB2_t = & \delta_{10} + \delta_{11} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \delta_{12} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \\ & \delta_{13} \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \delta_{14} \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + u_1 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \Delta \log CE_t = & \delta_{15} + \delta_{16} \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + \delta_{17} \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \\ & \delta_{18} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \delta_{19} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + u_1 \end{aligned} \quad (15)$$

Donde el símbolo Δ , es el operador de primeras diferencias. En el primer paso se verifica que las series no sean estacionarias sugerido por Dickey y Fuller (1979) y Philips y Perron (1988). De igual forma la longitud del rezago se define con el criterio de información de Akaike (1974) denominado (AIC), el criterio de información de Hannan y Quinn (HQIC), el criterio información bayesiana de Schwarz (SBIC) y el error de predicción final de Akaike (FPE). En la segunda etapa se utilizó técnicas de cointegración de Johansen (1968), para estimar la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables. En la tercera etapa, una vez que la existencia de cointegración de largo plazo es verificada, se obtiene el término de error de equilibrio u_i , como sugiere Azlina y Mustapha (2012). Este vector se puede utilizar para estimar un modelo de corrección de error (VEC) para comprobar la existencia de equilibrio de corto plazo (Engle y Granger, 1987) entre las variables huella ecológica, crecimiento económico, consumo de energía. El modelo que se estimo es el siguiente.

$$\begin{aligned} \Delta \log HE_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \alpha_2 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \delta_3 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \\ & \alpha_4 \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + \alpha_5 E_{t-1} + u_{t2} \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \Delta \log PIB_t = & \alpha_6 + \alpha_7 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \delta_8 \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \alpha_9 \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \\ & \alpha_{10} \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + \alpha_{11} E_{t-1} + u_{t2} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \Delta \log PIB2_t = & \alpha_{12} + \alpha_{13} \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \alpha_{14} \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + \alpha_{15} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \\ & \delta_{16} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \alpha_{17} E_{t-1} + u_{t2} \end{aligned} \quad (18)$$

$$\Delta \log CE_t = \alpha_{18} + \alpha_{19} \sum_{t=1}^a \Delta \log CE_{t-j} + \alpha_{20} \sum_{t=1}^a \Delta \log HE_{t-j} + \alpha_{21} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB_{t-j} + \delta_{22} \sum_{t=1}^a \Delta \log PIB2_{t-j} + \alpha_{23} E_{t-1} + u_{t3} \quad (19)$$

La prueba de cointegración (VAR) aplicado a la ecuación (12), (13), (14) y (15) y la prueba de corrección de error (VEC) aplicado en la ecuaciones (16), (17), (18) y (19) incluye la variable dummy, que captura el cambio estructural en la economía ecuatoriana. Finalmente, a partir de la ecuación (12), (13), (14) y (15) se verifica la causalidad de las variables a través de la prueba de causalidad de Granger (1969), para determinar la dirección de causalidad entre las variables.

9. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la ejecución de la presente investigación, se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Selección del tema y título de la investigación, delimitando el tema de estudio, **“Huella Ecológica, Crecimiento Económico y Consumo de Energía: un análisis de cointegración para el Ecuador, periodo 1970-2016”**.
- b) Armar la revisión de literatura de la investigación, identificando las investigaciones que sirven de antecedentes, así como las bases teóricas del estudio.
- c) Definir los criterios metodológicos a seguir, estableciendo el tipo de investigación, técnicas e instrumento a utilizarse.
- d) Analizar la información descriptiva, denotando las observaciones para que, apoyadas en la teoría existente, generar las conclusiones del presente estudio.
- e) Realizar revisiones con el tutor asignado a fin de realizar las correcciones pertinentes y elaborar el informe escrito de la investigación para presentarlo ante las autoridades competentes de nuestra universidad.

f. RESULTADOS

En el presente trabajo investigativo se planteó un objetivo general, basado en tres objetivos específicos cuyos resultados se analizan en este apartado.

1. Para el objetivo específico 1

Analizar la evolución y la correlación de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

1.1. Evolución de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

La Figura 3 ilustra la evolución de la variable huella ecológica en el Ecuador durante el periodo 1970-2016. Se evidencia que el Ecuador está asociado a una serie de evoluciones y transformaciones que marcan un comportamiento volátil en esta variable.

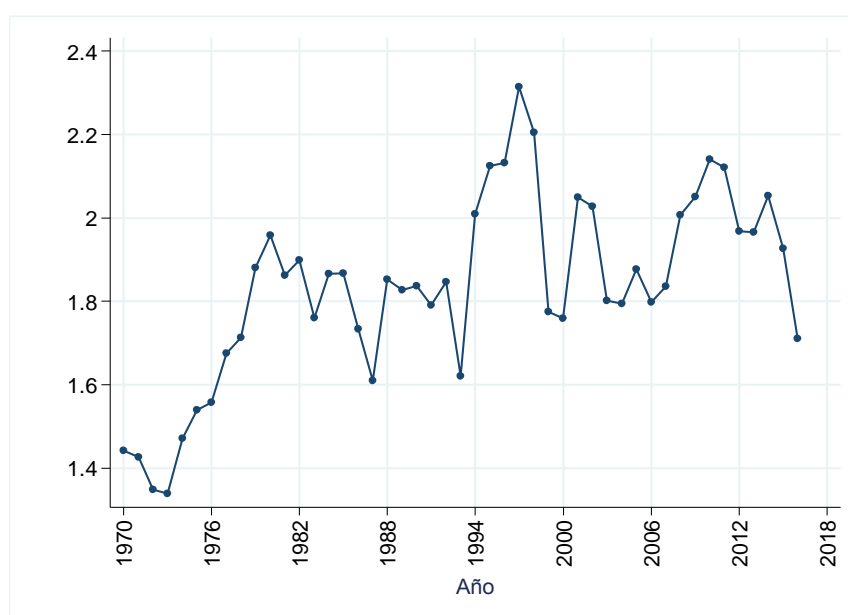


Figura 3. Evolución de la variable huella ecológica en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Red Global de la Huella (2019).

La evolución de la variable huella ecológica ilustra un comportamiento de tendencia ascendente a pesar de su irregularidad. Entre el año 1970 al 1973 se produce un descenso de 1.44% a 1.33% respectivamente, sin embargo es ahí donde comienza a ascender significativamente hasta alcanzar el 1.88%. Desde entonces hasta el año 1993 se ha producido pequeñas fluctuaciones que no marcan un cambio significativo en la huella ecológica. A partir

del año 1994 a 1997 se produce un incremento significativo del 2.31%, siendo este el valor más alto de la historia de la evolución de la huella ecológica. En el periodo 1998 y 1999 se produce un descenso significativo pasando del 2.20% al 1.77%.

Por su parte, a partir del periodo 2000, Ecuador ya es una economía dolarizada. Las variaciones en la huella ecológica son más estables en relación al periodo de pre-dolarización. El pico más alto que logra alcanzar, es en el año 2011 con el 2.12%. Además, las cifras revelan mejoras en los resultados reportados para el año 2016, pues indican que los valores de la huella descendió en 1.7%, siendo ésta cifra uno de los valores más bajos presentados a lo largo de la economía dolarizada.

La Figura 4 ilustra la evolución de la variable crecimiento económico en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

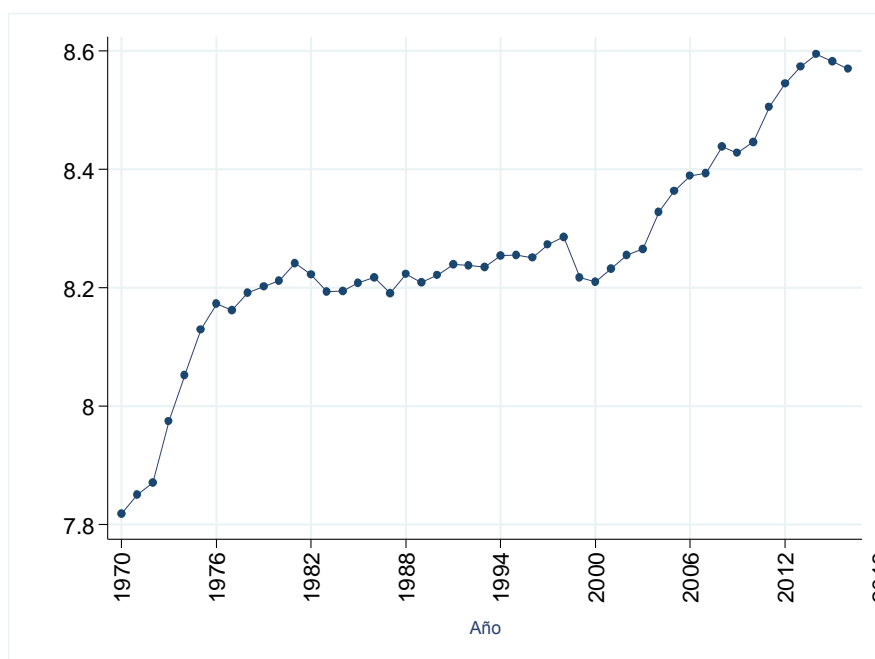


Figura 4. Evolución del variable crecimiento económico en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).

En la década del 70s se evidencia un crecimiento sostenido producto del auge petrolero puesto que el precio del barril del petróleo se incrementó considerablemente. Por su parte, en la década de los 80s las tasas del PIB per cápita son negativas producto de los bajos precios de petróleo, de la elevada deuda y por la caída de la producción provocada por los fenómenos naturales. Así mismo en la década de los 90s se produce un déficit del PIB per cápita producto del desequilibrio fiscal, presiones inflacionarias y desajustes en las relaciones con organismos

financieros internacionales. En el año 1999 se observa una caída drástica del PIB per cápita, producto del feriado bancario lo que ocasionó aproximadamente el cierre del 70% de instituciones financieras.

A partir del año 2000 surgen nuevas iniciativas producto de la crisis económica originada en la década de los 90s. Ante este escenario se produjo un cambio de divisa adquiriendo el dólar estadounidense. Este cambio ayudo a estabilizar la situación económica del país a pesar de la disminución en el poder adquisitivo de los ecuatorianos. En el periodo 2007- 2014 se pronuncia un aumento significativo del PIB per cápita producto de la fuerte inversión social y el aumento del precio del petróleo. No obstante para el año 2016 el PIB per cápita se redujo, debido a la apreciación del dólar que afecto a las exportaciones, el desplome del precio del barril del petróleo y por el terremoto ocurrido el 16 de abril.

La Figura 5 ilustra la evolución del variable consumo de energía en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

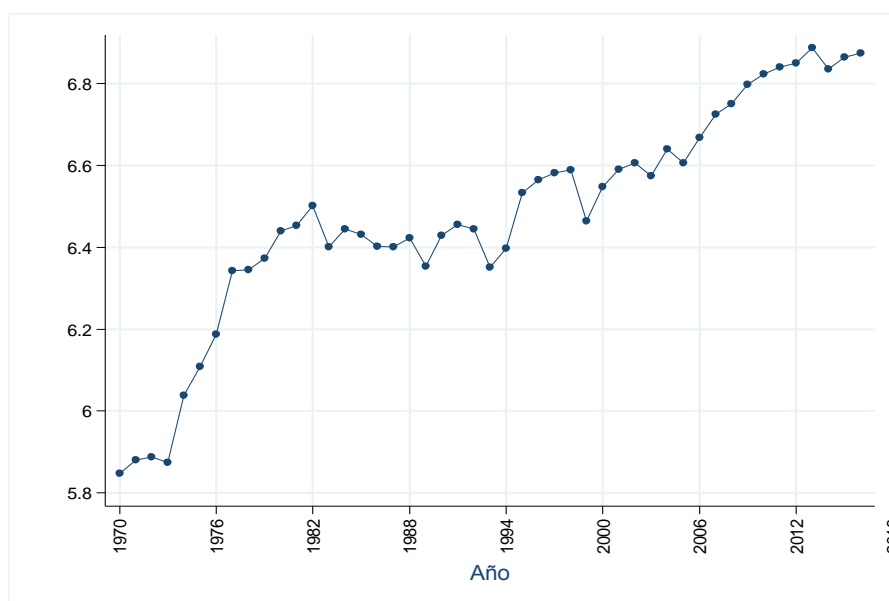


Figura 5. Evolución del variable consumo de energía en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).

En la década de los 70s y los 80s el consumo de energía creció en un 6,5% aproximadamente producto de los inicios de la actividad extractivista.

Desde el periodo 2000 hasta la actualidad el consumo de energía conserva su conducta creciente lo que revela que el Ecuador se existe una gran demanda energética primaria, pues las medidas para sustituir el uso de combustibles fósiles por energías consideradas limpias no

han generado mayores resultados, por ello la producción del recurso energético del país aún depende del petróleo. Según el último Balance Energético Nacional, que presentó el Gobierno en el 2017, un 88% del recurso energético provino del petróleo, mientras que el 6% se obtuvo de energías renovables.

1.2 Correlación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

La Figura 6 muestra la correlación entre las variables huella ecológica y el crecimiento económico en logaritmos para el Ecuador durante el período 1970-2016. Las variables presentan una correlación con tendencia positiva y estadísticamente significativa.

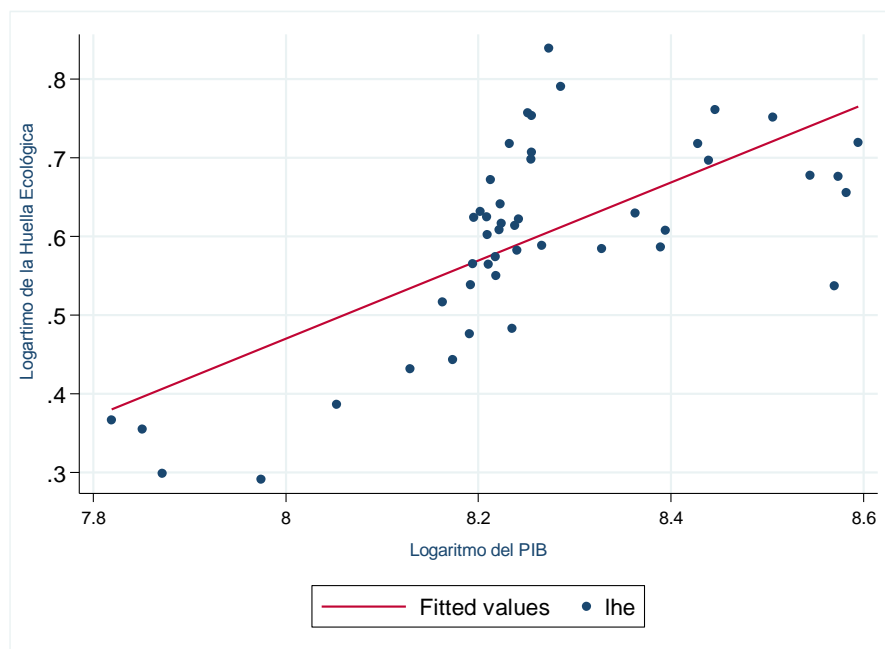


Figura 6. Correlación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

Se evidencia que el PIB se encuentra asociado a la huella ecológica. Por ello, un aumento en los niveles del PIB provoca un aumento en los niveles de huella ecológica. Además, la relación entre medio ambiente y crecimiento económico se puede analizar desde el concepto de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK). La CKA fue introducida por Panayotou (1993), quien analiza el efecto del crecimiento económico en el aire y tierra. La hipótesis de la CAK, sostiene que un aumento en los niveles del PIB incrementa la contaminación ambiental hasta cierto nivel de ingreso per cápita, hasta alcanzar el punto de inflexión a partir del cual comienza a reducirse los niveles de contaminación. En este contexto la Figura 7 dará una pauta para

suponer que existe una relación cuadrática, que nos permitirá verificar si se cumple la CAK para el caso ecuatoriano. Los resultados son ilustrados en la Figura 7.

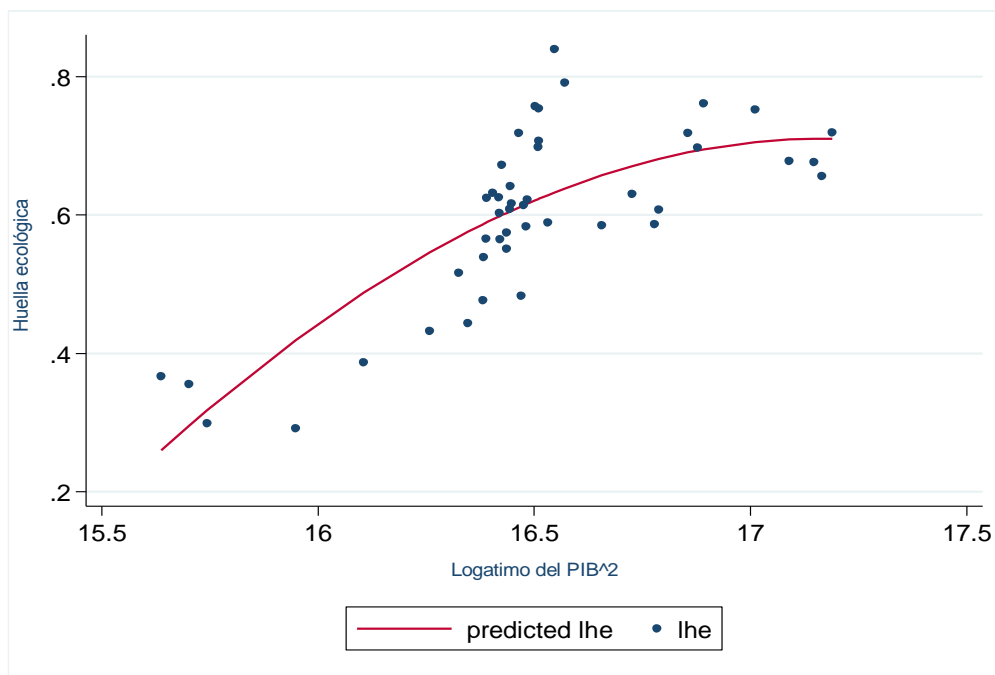


Figura 7. Curva de Kuznets Ambiental para el Ecuador, periodo, 1970-2016

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

Con el objetivo de verificar el concepto de la CAK, se modificó la variable PIB en su forma cuadrática, de este modo se evidencia que la relación entre el logaritmo de la variable huella ecológica y el logaritmo del PIB es positiva y significativa, resultado que se asemeja a la relación lineal ilustrada en la Figura 6. Además se observa que la CAK en forma de U-invertida para el caso ecuatoriano, se encontraría en el tramo creciente, cerca de alcanzar su Turning Point (punto de retorno), resultado que será afirmado en la Tabla 3, de acuerdo a las estimaciones formalizadas en la ecuación (9).

Tabla 3. Resultados de la regresión de línea base 1

lhe	Coef	Std. Error	T	P> t	[95% Conf. Interval]
IPIB	0				
IPIB ²	0.2463982	0.0392589	6.28	0.000	0.3254696
Cons	-3.471102	0.6485851	-5.35	0.000	-2.164784

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

De acuerdo a los resultados reportados en la Tabla 3, la inclusión del PIB² en logaritmos resulta en multicolinealidad y en el largo plazo no satisface las condiciones de estabilidad. Por el contrario, para poder examinar la relación de la CAK y evitar los problemas de

multicolinealidad, modificamos la variable PIB^2 (medido en PIB per cápita, a precios constantes 2010), por la variable PIB_t^2 (medido en tasa de crecimiento anual per cápita), como una variable proxy de acuerdo a las elasticidades de la variable PIB. La Tabla 4 resume los resultados.

Tabla 4. *Resultados de la regresión de línea base2*

IHE	Coef	Std. Error	T	P> t 	[95% Conf. Interval]
IPIB	0.4736072	0.0756594	6.26	0.000	0.6260886
IPIBt2	-0.0139966	0.0062068	-2.26	0.029	-0.0014877
_cons	-3.297256	0.6257752	-5.27	0.000	-2.036088

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

Los resultados reportados en la Tabla 4, revelan que la relación entre las variables HE, PIB y PIB_t^2 es estadísticamente significativo, dado que $P > |0.05|$, de este modo de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets se cumple para el caso ecuatoriano. Esta relación se asemeja a los resultados ilustrados en el Figura 7. No obstante el planteamiento de la CAK, requiere de una relación a largo plazo, resultado que será confirmado, de acuerdo a las estimaciones del modelo VAR y cointegración de Johansen, formalizadas en las ecuaciones 12, 13, 14 y 15.

Por otro parte, considerando la evidencia empírica, resulta de gran importancia realizar un análisis de la CAK, incluida la variable de control descrita como consumo de energía en base a las estimaciones formalizadas en la ecuación (11). La Tabla 5 resume los resultados.

Tabla 5. *Resultados de la regresión de línea base3*

IHE	Coef	Std. Error	T	P> t 	[95% Conf. Interval]
IPIB	-0.5924537	0.1989693	-2.98	0.005	-0.9937136 -0.1911938
IPIBt2	-0.0044762	0.0050668	-0.88	0.382	-0.0146944 0.005742
ICE	0.7394148	0.1319711	5.6	0.000	0.4732697 1.00556
_cons	0.7081021	0.8617795	0.82	0.416	-1.029842 2.446046

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

Los resultados reportados en Tabla 5, no son los esperados, pues al incluir la variable consumo de energía, la relación entre la variable huella ecológica y el PIB en su forma cuadrática no es significativa, de este modo la variable consumo de energía es en gran parte responsable de la falta de una relación en forma de U-invertida para el caso ecuatoriano.

1.3 Correlación entre las variables huella ecológica y consumo de energía en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

La Figura 8 muestra la correlación entre las variables huella ecológica en logaritmo (medida hectáreas globales per cápita) y el consumo de energía en logaritmo (medido en kg de equivalente de petróleo per cápita) en el Ecuador durante el período 1970-2016. Las variables presentan una correlación con tendencia positiva y estadísticamente significativa.

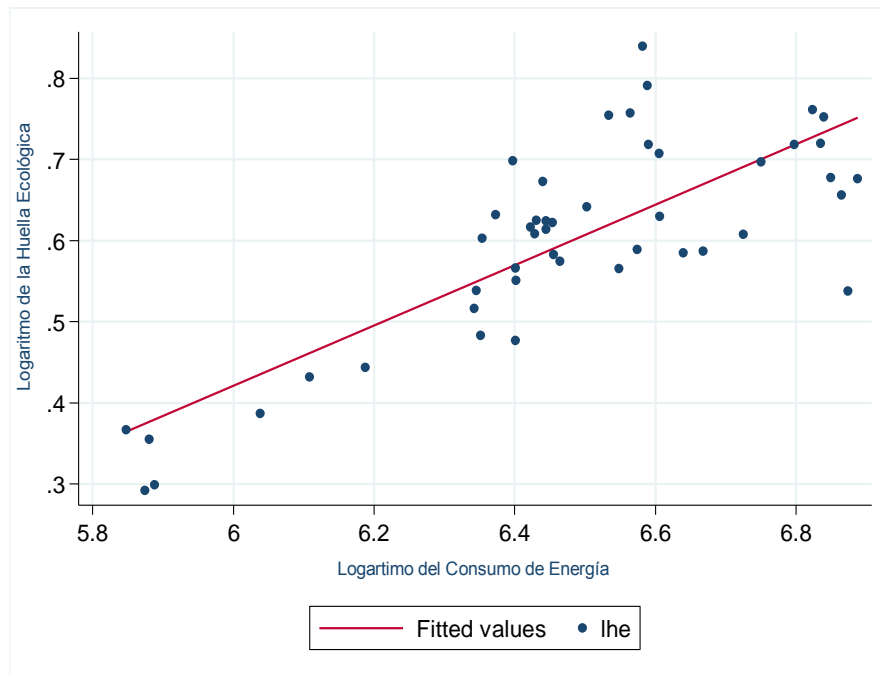


Figura 8. Correlación entre las variables huella ecológica y consumo de energía en el Ecuador, periodo, 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

La Figura 8 revela que las variables huella ecológica y el consumo de energía en logaritmos presentan una relación positiva lo que indica que el consumo de energía sería parte responsable de la huella ecológica. De este modo a medida que aumenta el consumo de energía la huella ecológica también lo hace.

2. Para el objetivo específico 2

Estimar la relación de largo plazo y corto plazo de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

La relación de largo plazo y corto plazo entre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía al encontrarse vinculadas, significa que comparten una tendencia estocástica común, de este modo la relación entre las series es estadísticamente

significa (Galeotti, Manera y Lanza, 2009). Econométricamente esto se traduce a la aplicación de las pruebas de raíz unitaria, con la finalidad de examinar si las series utilizadas en el modelo econométrico poseen o no estacionariedad.

2.1. Pruebas de raíz unitaria

Para verificar la estacionariedad de las variables, utilizamos la prueba de Dickey y Fuller Aumnetada (1979). Si el valor absoluto calculado del estadístico tau (t) excede los valores críticos tau de MacKinnon rechazamos H_0 : presenta raíz unitaria, y aceptamos H_a : no presenta raíz unitaria. Por el contrario, si el (t) calculado no excede el valor crítico tau aceptamos H_0 .

Tabla 6. Resultados de la Prueba de Dickey y Fuller

	Niveles				1era diferencia			
	valor calculado	Valor crítico			Valor calculado	Valor crítico		
		1%	5%	10%		1%	5%	10%
Huella Ecológica	-2.599	-4.187	-3.516	-3.19	-6.71	-4.196	-3.52	-3.192
PIB	-2.382	-3.614	-3.516	-3.19	-4.405	-4.196	-3.52	-3.192
Consumo de Energía	-2.492	-3.614	-3.516	-3.19	-6.95	-4.196	-3.52	-3.192

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

De acuerdo a los resultados reportados en la Tabla 6, existen raíces unitarias en las variables. No obstante, una vez aplicada las primeras diferencias, los resultados son los esperados, pues el valor calculado, es mayor en valores absolutos con respecto a los valores críticos, de este modo las variables utilizadas en el modelo econométrico ya no poseen un efecto tendencial. Este proceso se realiza con el objetivo de buscar el equilibrio entre las variables utilizadas en el modelo econométrico a corto y largo plazo.

Con el fin de obtener resultados más consistentes se aplicó una prueba adicional de raíces unitarias de acuerdo a Philips y Perron (1988). La Tabla 7 resume los resultados.

Tabla 7. Resultados de la Prueba de Philips y Perron

	Niveles				1era diferencia			
	Valor calculado	Valor crítico			Valor calculado	Valor crítico		
		1%	5%	10%		1%	5%	10%
Huella Ecológica	-2.46	-3.607	-2.941	-2.605	-6.686	-3.614	-2.944	-2.606
PIB	-1.813	-3.607	-2.941	-2.605	-4.461	-3.614	-2.944	-2.606
Consumo de Energía	-2.151	-3.607	-2.941	-2.605	-6.724	-3.614	-2.944	-2.606

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

Los resultados reportados en la Tabla 7, revelan la existencia de raíces unitarias en las variables. Dado que, los valores calculados son menores en valores absolutos respecto a los valores críticos. Sin embargo, al aplicar la primeras diferencia, las variables pierden su efecto tendencial, dado que el valor calculado es mayor en valor absoluto al valor crítico y supone que las series integradas son de orden I (1).

2.3. Relación de largo plazo entre las variables

Con el objetivo de verificar la relación de equilibrio a largo plazo, empezamos determinando la longitud del rezago que se basa en los criterios de AIC, HQIC, SBIC y FPE, donde se establece que la longitud óptima de rezagos es cero. Una vez conocido el número óptimo de rezagos, se procede a estimar el modelo de Vectores Autoregresivos (VAR), planteado en las ecuaciones (12), (13), (14) y (15). La Tabla 8 resume los resultados.

Tabla 8. Resultados de la Prueba del modelo VAR

Ecuación	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Huella Ecológica	11	0.076134	0.2938	8.30938	0.05
PIB	11	0.029148	0.3101	19.781	0.0314
PIB2	11	0.058688	0.4048	29.92731	0.0009
Consumo de Energía	11	2.41282	0.2474	14.46539	0.1528
Dummy	11	0.131114	0.9456	765.1029	0

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

La Tabla 8 reporta los resultados del modelo VAR. De acuerdo a la prueba del Chi-cuadrado ($P > \chi^2$), la probabilidad es menor que 0.05, para las variables huella ecológica, PIB y PIB2, afirmando una relación de equilibrio a largo plazo entre dichas variables. Por el contrario, no es válida para la variable consumo de energía, pues la probabilidad es mayor a 0.05. Esto podría ser explicado, debido que en el largo plazo el país ha podido mejorar el acceso a tecnologías limpias que permitan disminuir el uso de energía proveniente de combustibles fósiles.

Además, con el objetivo de comprobar la relación de las variables, que se obtuvo a través del modelo VAR, a continuación se realiza la prueba de cointegración de Johansen (1988). La Tabla 9 resume los resultados.

Tabla 9. Resultados de la prueba de cointegración de Johansen

Máximo Rank	Parms	LL	Eigenvalue	trace statistics	5% critical value
0	30	124.67468	-	127.401	68.52
1	39	153.01211	0.7242	70.7261	47.21
2	46	170.72303	0.55293	35.3043	29.68
3	51	183.51338	0.44087	9.7236*	15.41
4	54	188.20763	0.19215	0.3351	3.76
5	55	188.37517	0.00759		

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

Los resultados reportados en la Tabla 9, muestran la existencia (*) de al menos tres vectores de cointegración entre las variables, lo que ratifica la evidencia de un equilibrio a largo plazo entre las variables huella ecológica, PIB y PIB2. Además, la variable dummy que fue incluida para capturar el cambio estructural de la dolarización, que experimento el país antes y después del año 2000. De este modo dichas variables se mueven conjunta y simultáneamente en el tiempo.

2.4. Relación de corto plazo entre las variables

Con el objetivo de examinar la relación de equilibrio de corto plazo entre las variables huella ecológica, PIB, PIB2 y consumo de energía, se aplicó las pruebas de diagnóstico de normalidad, estabilidad y autocorrelación, dichos resultados son reportados en el Anexo 2,3 y 4 respectivamente. Una vez realizadas las pruebas de diagnóstico se procede a estimar el modelo de corrección de error (VEC) planteado en la ecuación (16), (17), (18) y (19). La Tabla 10 resume los resultados.

Tabla 10. Resultados del modelo de corrección de error (VEC)

Ecuación	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Huella Ecológica	2	0.113757	0.0165	0.7029261	0.7037
PIB	2	0.034463	0.0259	1.117846	0.5718
PIB2	2	3.95325	0.3305	20.72897	0.00000
Consumo de Energía	2	0.08367	0.0493	2.178515	0.3365
Dicótoma	2	0.152421	0.0242	1.043797	0.5934
Error rezagado	2	0	1	1.61E+17	0.00000

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

Los resultados reportados en la Tabla 10, revelan que el coeficiente asociado al CEL rezagado es estadísticamente significativo dado que ($P > Z = 0,000$), de este modo se afirma, que existe relación de equilibrio de corto plazo entre las variables.

Además, con el fin de constatar la relación de corto plazo de las variables, que se obtuvo a través del modelo VEC, a continuación se realiza la prueba de restricción de la normalización de Johansen impuesta. La Tabla 11 reporta los resultados.

Tabla 11. Restricción de la normalización de Johansen impuesta

Beta	Coefficiente	Error estándar	z	P> z	[95% Conf. Intervalo]	
Cel						
Huella Ecológica	1
PIB	0.8420068	2.45E-08	3.40E+07	0.000	0.8420067	0.8420068
PIB2	0.0116715	2.97E-10	3.90E+07	0.000	0.01167	0.0116715
Consumo de Energía	-1.092687	1.26E-08	3.90E+07	0.000	-1.092687	-1.092687
Dicótoma	0.0034123	1.32E-09	2.60E+06	0.000	0.0034123	0.0034123
Error rezagado	-1	8.00E-09	-1.30E+08	0.000	-1	-1
Constante	-0.0004984					

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

En base a la prueba del Chi-cuadrado ($P > \chi^2$) reportada en la Tabla 11, la probabilidad del error rezagado es menor que 0.05, lo que afirma una relación de equilibrio de corto plazo entre las variables.

3. Para el objetivo específico 3

Estimar la relación de causalidad de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

La causalidad de Granger (1987) sirven para predecir a otra variable de carácter unidireccional y bidireccional para ello se compara el comportamiento actual y pasado de la variable de una serie temporal. De este modo si la variable X, predice la conducta de la variable Y, entonces “el resultado X” causa en el sentido de Granger “el resultado Y”; por ello el comportamiento es unidireccional. Por su parte, si “el resultado Y” predice “el resultado X”, el comportamiento es bidireccional. La Tabla 12 resume los resultados obtenidos.

Tabla 12. Prueba de causalidad de Granger

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Dlhe	dlpib	0.204	2	0.903
Dlhe	dlpib2	5.6055	2	0.061
Dlhe	dlce	2.376	2	0.305
Dlhe	dummy	2.012	2	0.366
Dlhe	All	5.385	8	0.495
Dlpib	dlhe	3.55	2	0.17
Dlpib	dlpib2	5.2164	2	0.074
Dlpib	dlce	1.393	2	0.498
Dlpib	dummy	0.354	2	0.838
Dlpib	All	4.739	8	0.578
Dlpib2	dlhe	3.6627	2	0.16
Dlpib2	dlpib	3.1939	2	0.203
Dlpib2	dlce	3.1939	2	0.203
Dlpib2	dummy	2.3137	2	0.314
Dlpib2	All	0.80425	8	0.669
Dlce	dlhe	0.561	2	0.755
Dlce	dlpib	8.725	2	0.013
Dlce	dlpib2	4.6243	2	0.099
Dlce	dummy	3.274	2	0.195
Dlce	All	9.199	8	0.163
Dummy	dlhe	4.844	2	0.089
Dummy	dlpib	6.133	2	0.471
Dummy	dlpib2	4.8475	2	0.089
Dummy	dlce	1.506	2	0.471
Dummy	All	23.508	8	0.001

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).

Los resultados reportados en la Tabla 12, de acuerdo a la prueba del Chi-cuadrado ($P > \chi^2$), la probabilidad es menor que 0.05, lo que ratifica una relación causal entre las variables. Por lo tanto, existe causalidad unidireccional que va desde el PIB, al consumo energía en el largo plazo. En términos económicos se traduce, que el crecimiento económico (PIB) conduce a un aumento del consumo de energía en el Ecuador, de este modo la energía es un recurso fundamental para el crecimiento económico. Además, en el largo plazo no existe causalidad en el sentido de Granger entre la huella ecológica y el PIB y viceversa. Por lo tanto el crecimiento económico no predice la conducta de la huella ecológica y de forma recíproca. En este contexto el crecimiento económico por sí mismo no puede llegar a ser una solución a los problemas ambientales.

En este caso, un incremento en los niveles del PIB se conduce en aumentos del consumo de energía. Estos resultados revelan que la economía ecuatoriana, depende en gran medida del

consumo de energía para las actividades de producción y para el crecimiento económico general. A pesar de ello, la expansión de las fuentes de energía renovables es una solución viable para afrontar los problemas de seguridad energética y cambio climático, pues ha existido una fuerte inversión por parte del gobierno ecuatoriano para la creación de nuevas fuentes de energía renovable, en este escenario a largo plazo se podría sopesar la manipulación de energías no renovables y conseguir una economía energética sostenible.

g. DISCUSIÓN

En el presente apartado se presenta una discusión, en base a cada uno de los objetivos propuestos, donde se pretende aclarar si la huella ecológica, es resultado del crecimiento económico y del consumo de energía en el Ecuador.

En resumen, a partir de los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis establecida, para la relación entre las variables huella ecológica y PIB. Dicha relación se analizó desde el concepto de la Curva Ambiental de Kuznets. Los resultados revelan que la CAK es válida para el caso ecuatoriano, por ello a medida que aumenta el crecimiento económico (PIB) en el Ecuador, la huella ecológica también lo hace, no obstante a partir de determinado nivel de PIB, los niveles de la huella ecológica comienzan a disminuir, lo cual se corrobora a través del método de MCO, VAR y cointegración de Johansen. La existencia de una relación de largo plazo como la planteada por la CAK, requiere que las series de las variables huella ecológica y PIB encuentren vinculadas en una relación de cointegración lo que significa que comparten una tendencia estocástica común y por ende la relación entre estas series sea estadística y económicamente significativas (Galeotti, Manera y Lanza, 2009).

De igual forma, para la variable consumo de energía se rechaza la hipótesis de una relación significativa de largo plazo, dado que el coeficiente de la variable en el método VAR, no es estadísticamente significativa.

Una discusión más detallada para cada objetivo se presenta a continuación.

1. Para el objetivo específico 1

Analizar la evolución y la correlación de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

En el periodo analizado de la economía ecuatoriana, la relación entre las variables huella ecológica y el crecimiento económico, muestran una tendencia lineal creciente lo que indica que el PIB se encuentra asociado a la huella ecológica. De este modo un aumento en los niveles del PIB provoca un aumento de la huella ecológica. Por su parte, la relación entre medio ambiente y crecimiento económico se analizó desde el concepto de la Curva de Kuznets Ambiental. La Curva de Kuznets Ambiental (CAK) fue introducida por Panayotou (1993), donde sostiene, que un aumento en los niveles del PIB incrementa la contaminación ambiental hasta cierto nivel de ingreso per cápita, hasta alcanzar el punto de inflexión a partir del cual

comienza a reducirse los niveles de contaminación. En este escenario la hipótesis de la CAK en forma de U-invertida, se cumple para el caso ecuatoriano entre la variable Huella ecológica y el PIB en su forma cuadrática. De este modo, se puede afirmar que la CAK para el caso ecuatoriano se encontraría en la fase creciente. Con respecto a las investigaciones desarrolladas para el caso ecuatoriano, los resultados obtenidos del presente trabajo presentan una similitud con aquellos reportados por Espinoza (2013), quien afirma que se cumple la hipótesis de la CAK para Ecuador en forma de U-invertida y estaría próximo a alcanzar su Turning Point.

De acuerdo a la clasificación realizada por el Banco Mundial (2019), Ecuador se encuentra en el grupo de países de ingreso medio alto, en este sentido, para poder realizar una discusión más adecuada, se tomara en cuenta solo trabajos investigativos que se acerquen a la realidad ecuatoriana. En este contexto, se menciona el trabajo de Bagliani, Bravo y Dalmazzone (2008), quienes analizan la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets mediante la relación del ingreso y la huella ecológica, para 141 países durante el periodo 2001. A través de la metodología de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y Mínimos cuadrados ponderados (MCP), sus resultados no muestran evidencia de desvinculación.

De igual forma Ulucak y Bilgili (2018), en su investigación examinan la relación entre la huella ecológica y el crecimiento económico, mediante la curva ambiental de Kuznets (CAK), en donde clasifican los países en grupos de ingresos altos, medios y bajos, sus resultados revelan que la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), es confirmada para los países de ingresos bajos, ingresos medios y altos ingresos. De igual manera son consistentes con aquellos reportados por Ozturk, Al-Mulali y Saboori (2016), quienes examinan la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (CAK) utilizando la huella ecológica como indicador ambiental y el PIB del turismo como indicador económico, durante el periodo 1988-2008 en 144 países, sus resultados muestran una relación negativa entre la huella ecológica y el crecimiento económico, en los países de ingresos medios y altos. Así mismo se asemejan a los resultados reportados por Bello, Solarin y Yen (2018), quienes utilizan cuatro medidas diferentes de degradación ambiental, incluida la huella ecológica, la huella de carbono, la huella hídrica y las emisiones de CO₂ como variables objetivo, al tiempo que controlan el PIB, el cuadrado del PIB y la urbanización para el período de 1971 a 2016. Mediante la técnica de cointegración, sus resultados muestran una relación en forma de U-invertida entre la degradación ambiental y el PIB real. Por el contrario no es válida para los países de bajos ingresos.

De manera contradictoria a los resultados expuestos anteriormente, para el caso ecuatoriano se menciona el trabajo de Almeida (2013), quien señala que el crecimiento económico en el Ecuador posee una relación creciente con la disminución de la calidad ambiental y el país pasaría décadas antes de acceder al tramo decreciente de la curva. De igual manera difieren de los resultados reportados por Rentería, Toledo, Bravo, Ochoa (2016), quienes examinan la relación entre las emisiones contaminantes, crecimiento económico y el consumo de energía en el Ecuador durante el periodo 1971-2010, sus resultados obtenidos en su estudio revelan, que la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) en forma de U-invertida no se cumple para el caso ecuatoriano. Además, los estudios sobre la relación entre el crecimiento económico, el consumo de energía y la degradación ambiental, afirman que Argentina, República Dominicana, México y Panamá podrían implementar políticas de conservación sin afectar el crecimiento, mientras tanto, Bolivia, El Salvador, Guatemala y Trinidad y Tobago no deberían considerar políticas de conservación, puesto que el crecimiento disminuirá y los doce países restantes (incluido Ecuador) deben enfocarse en el crecimiento económico antes de acoger cualquier política de conservación (Chang y Carballo, 2011).

En la misma línea, al incluir la variable de control denominada consumo de energía, la hipótesis de la CAK no se cumple para el caso ecuatoriano, estos resultados son consistentes con aquellos reportados por Caviglia, Chambers y Kahn (2009), quienes prueban la validez de la curva ambiental de Kuznets (CAK) utilizando como indicador la Huella Ecológica (HE), porque es una medida más completa de la degradación ambiental. Sus resultados revelan la inexistencia de la curva ambiental de Kuznets entre la huella ecológica y el desarrollo económico. Además, descubren que la energía es en gran parte responsable de la falta de una relación en forma de U-invertida. En base a los resultados obtenidos, el crecimiento económico por sí mismo no puede llegar a ser una solución a los problemas ambientales, pues la economía ecuatoriana depende en gran medida del consumo de energía para su producción y desarrollo. Por ello, se debe reducir el consumo de energía proveniente de combustibles fósiles por lo menos en la cuarta parte con el fin de que exista una relación de la CAK entre dichas variables.

Por otro lado la relación entre las variables huella ecológica y el consumo de energía es positiva lo que indica que el consumo de energía está asociado a crecientes niveles de huella ecológica. De este modo a medida que aumenta el consumo de energía aumentan los signos de la huella ecológica, estos resultados son consistentes con aquellos reportados por los autores Wang, Zhou, Zhou y Wang (2011), Hamit-Haggar (2012), Azlina y Mustapha (2012), Robledo

y Olivares (2013), Oganesyán (2017), quienes encuentran que el consumo de energía es determinante de la degradación ambiental.

2. Para el objetivo específico 2

Estimar la relación de largo plazo y corto plazo de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

A través del modelo de vectores autoregresivo (VAR), se comprobó que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables huella ecológica, PIB y el PIB en su forma cuadrática, pues los resultados del modelo de vectores autoregresivos (VAR), reveló la existencia de al menos 3 vectores de cointegración a largo plazo entre dichas variables. No obstante dicha relación no es válida para la variable consumo de energía, esto podría ser explicado a causa que, en el largo plazo el país ha podido mejorar el acceso a tecnologías limpias que permitan disminuir el uso de energía proveniente de combustibles fósiles. Con respecto a los trabajos investigativos desarrollados para el caso ecuatoriano, los resultados obtenidos de la presente investigación presentan una similitud con aquellos reportados por Espinoza (2013), quien analiza la relación entre el crecimiento económico y la contaminación ambiental, a través de técnicas de cointegración, con la finalidad de examinar la relación de largo plazo. Sus resultados revelan, que al aplicar el método de corrección de errores, el coeficiente del error de largo plazo rezagado, resulta favorable, lo que afirma según la teoría econométrica que existe una relación a largo plazo entre las variables.

De igual manera son consistentes con aquellos reportados por Rentería, Toledo, Bravo y Ochoa (2016), quienes examinan la relación entre las emisiones contaminantes, crecimiento económico y el consumo de energía en el Ecuador para el periodo 1971-2010, mediante series de tiempo, la metodología utilizada incluye pruebas de estacionariedad, vectores autorregresivos (VAR) y cointegración de Johansen. Sus resultados obtenidos revelan que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables contaminación ambiental y PIB, sin embargo no es válida dicha relación para el consumo de energía. Además, presentan similitud con los obtenidos por Alvarado y Toledo (2017), quienes examinan la relación entre las variables crecimiento económico y la cobertura vegetal, este último como indicador a la degradación ambiental, para el caso ecuatoriano. Sus resultados muestran una relación de largo plazo entre dichas variables.

Por otra parte, con el fin de realizar una discusión más adecuada, se tomara en cuenta solo trabajos investigativos que se asemejen a la economía ecuatoriana. En este sentido, se reporta el trabajo investigativo de Robledo y Olivares (2013), quienes evalúan la relación entre las emisiones contaminantes, el consumo de energía y el PIB, para un grupo de países conocido como los CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica), durante el período 1985-2007, mediante datos de panel no estacionarios, pruebas de raíces unitarias y de cointegración. Sus resultados revelan que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables. De igual forma Mrabet, AlSamara y Jarallah (2017), investigan la hipótesis de la curva de Ambiental de Kuznets (CAK) empleando la huella ecológica (HE), como un indicador de degradación ambiental en Qatar, durante el período 1980-2011. Mediante la estimación de Retraso Distribuido Autorregresivo (ARDL) sus resultados revelan, que existe una relación a largo plazo entre las variables. También son consistentes con aquellos reportados por Pao y Chen (2019), quienes verifican la validez de la hipótesis de la CAK, mediante la relación entre emisiones contaminantes y producción, como una proxy al crecimiento económico. Este estudio utiliza datos de panel con técnicas de cointegración para los países del G20, como una muestra representativa del desarrollo y crecimiento económico global, durante el período 1991–2016. Los resultados obtenidos muestran que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las emisiones contaminantes y el PIB real.

Sin embargo los resultados obtenidos de la presente investigación difieren de los encontrados por Jardón y Tol (2017), quienes analizan la relación empírica entre las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico, bajo un panel de 20 países de América Latina y el Caribe en el periodo 1971-2011. Dicha relación empírica, conocida como la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental (CAK), propone que la relación entre ambas variables a largo plazo posee una relación funcional en forma de U-invertida. Si bien esta hipótesis ha sido estudiada desde la década de 1990, recientemente su validez empírica ha sido cuestionada, entre otras cosas, por la falta de análisis de estacionariedad de las variables, y en un contexto de datos panel, la presencia de dependencia cruzada. En base a las 2 críticas los resultados obtenidos bajo el supuesto de independencia cruzada, se confirma la existencia de una CAK con puntos de quiebre realistas. No obstante, dicho supuesto de variables cruzadas es rechazado posteriormente, concluyendo que en presencia de dependencia cruzada en el panel no se puede establecer una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de vector de corrección de error (VEC), se revela que existe una relación de equilibrio a corto plazo, entre las variables huella ecológica,

PIB, PIB en su forma cuadrática y consumo de energía. Pues ante variaciones del PIB y del consumo de energía se genera cambios inmediatos en la huella ecológica. En este sentido, los resultados obtenidos presentan similitud con aquellos reportados por Alvarado y Toledo (2017), quienes examinan la relación entre las variables crecimiento económico y la cobertura vegetal, este último como indicador a la degradación ambiental, para el caso ecuatoriano. Sus resultados revelan que existe una relación de corto plazo entre dichas variables, dado el efecto inmediato que genera el PIB en la cobertura vegetal.

Además, se asemejan a la evidencia empírica, las cuales demuestra que el crecimiento económico puede ser nocivo con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento nulo o decreciente. Sin embargo, existen investigaciones en las cuales afirman que el crecimiento económico, puede generar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997). De igual forma se asemeja a los resultados de Ravallion, Heil y Jalan (2000), quienes mencionan que el crecimiento económico en el corto plazo, tiende a incrementar la degradación ambiental. A pesar de ello, a largo plazo, las emisiones de CO₂ (indicador a la degradación ambiental), se pueden reducir cuando existe un crecimiento con equidad, y aumentar cuando existe un crecimiento desigual en la redistribución.

En este contexto, la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental es fundamentada a través de la evidencia empírica y teórica con efectos explicativos en el corto, mediano y largo plazo.

3. Para el objetivo específico 3

Estimar la relación de causalidad de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

Finalmente los resultados obtenidos de la prueba de causalidad en el sentido de Granger (1969), señalan que existe causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía en el largo plazo. En este sentido, el crecimiento económico (PIB) conduce a un aumento del consumo de energía, por lo tanto el crecimiento económico predice la conducta del consumo de energía en el Ecuador, en este contexto se podría proponer políticas energéticas conservacionistas sin obstaculizar el crecimiento económico. Estos resultados se asemejan con aquellos reportados por Ozcan (2013), quien examina la relación entre crecimiento económico, consumo de energía y degradación ambiental, mediante un análisis raíces unitarias, cointegración y causalidad con datos de panel para 15 y 12 países de Oriente

Medio, los resultados obtenidos para el primer caso muestran que no existe una relación causal entre el PIB y el consumo de energía, y entre las emisiones de CO₂ y el consumo de energía en el corto plazo. Sin embargo, en el largo plazo hay una causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía.

Así mismo son consistentes con los obtenidos por Oganesyanyan (2017), quien indica que el crecimiento económico causa el consumo de energía. En base a los resultados de este estudio, se recomienda priorizar el aumento de la eficiencia energética a través del desarrollo tecnológico y el uso de recursos de producción más limpios. Además se asemejan a los reportados por Zhang y Cheng (2009), quienes encuentran causalidad unidireccional que va desde el PIB al consumo de energía a largo plazo.

De igual forma los resultados obtenidos presentan similitud con aquellos reportados por Farhani y Ben (2012), quienes examinan el vínculo entre las emisiones de CO₂, crecimiento económico y consumo de energía, a través de una metodología de pruebas de raíz de la unidad del panel, cointegración del panel y causalidad del panel para 15 países de la región MENA durante el período 1973-2008. Sus resultados revelan que a largo plazo existe causalidad unidireccional, que va desde el crecimiento económico al consumo de energía. También coinciden con los reportados por Ghali y El-Sakka (2004), quien encuentra causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y el consumo de energía. Dichos resultados se asemejan a los reportados por Bowden y Payne (2009). Finalmente coinciden con los obtenidos por Salim, Hassan y Shafiei (2014), quienes encuentran causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía en el largo plazo.

Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenido de la prueba de causalidad de Granger (1987), señalan que no existe causalidad en el sentido de Granger entre la huella ecológica con el crecimiento económico y viceversa. Por lo tanto el crecimiento económico no predice a la conducta de la huella ecológica y recíprocamente. En este contexto el crecimiento por sí mismo no puede llegar a ser una solución a los problemas ambientales.

En resumen, la energía juega un papel vital en el crecimiento económico. En este caso, un incremento en los niveles del PIB conduce a un aumento del consumo de energía. Estos resultados revelan que la economía ecuatoriana, depende en gran medida del consumo de energía para su crecimiento económico. A pesar de ello, la expansión de las fuentes de energía renovables es una solución viable para afrontar los problemas de seguridad energética y cambio

climático. En este sentido, a largo plazo se podría sopesar la manipulación de energías no renovables y conseguir una economía energética sostenible.

Los resultados de las pruebas de causalidad se utiliza generalmente para proponer la energía adecuada y las políticas económicas ambientales necesarias para mejorar la calidad medio ambiente (Payne, 2010; Jammazi y Aloui, 2015; Ozturk y Al- Mulali, 2015).

h. CONCLUSIONES

Al finalizar la presente investigación se formularon las siguientes conclusiones.

- La relación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico, es estadísticamente significativa. De este modo, un incremento en los niveles del PIB conduce en aumentos de la huella ecológica. Por su parte, dicha relación se la analizó desde el concepto de la Curva de Kuznets Ambiental, donde se afirma que la CAK en forma de U-invertida para el caso ecuatoriano se cumple entre las variables huella ecológica y crecimiento económico, y se encontraría en la fase creciente de la curva, cerca de alcanzar su punto de retorno. Además la relación entre las variables huella ecológica y consumo de energía, es estadísticamente significativa. De este modo a medida que aumenta el consumo de energía, aumentan los niveles de huella ecológica. No obstante al evaluar dicha relación desde el concepto de la Curva Ambiental de Kuznets no es válida para el caso ecuatoriano.
- A través del modelo de vectores autoregresivo (VAR), se comprobó que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables huella ecológica, PIB y el PIB en su forma cuadrática, pues los resultados del modelo, reveló la existencia de al menos 3 vectores de cointegración de largo plazo entre dichas variables. No obstante, dicha relación no es válida para la variable consumo de energía, esto podría ser explicado a causa que en el largo plazo, el país ha podido mejorar el acceso a tecnologías limpias que permitan disminuir el uso de energía proveniente de combustibles fósiles.
- De acuerdo a los resultados reportados del modelo de vector de corrección de error (VEC), revelan que existe una relación de equilibrio de corto plazo, entre las variables huella ecológica, PIB, PIB en su forma cuadrática y consumo de energía. De este modo, ante variaciones del PIB y del consumo de energía, se repercute inmediatamente en la huella ecológica.
- Finalmente, en base a la prueba de causalidad en sentido de Granger, se verificó que existe causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico al consumo de energía en el largo plazo. En este sentido, el crecimiento económico conduce en aumentos del consumo de energía en el Ecuador. Además, a largo plazo no existe causalidad en el sentido de Granger, entre la huella ecológica y el crecimiento económico y viceversa. Por lo tanto el crecimiento económico no predice la conducta de la huella ecológica. En este contexto el crecimiento por sí mismo no puede llegar a ser una solución a los problemas ambientales.

- De acuerdo a la teoría y la evidencia empírica, existen criterios a favor y en contra de la CAK. No obstante, en base al análisis realizado para el caso ecuatoriano, en lo personal, es una herramienta útil para llevar a cabo un análisis económico ambiental, dado que subestima el impacto real de la actividad humana sobre el entorno natural.

i. RECOMENDACIONES

Una vez realizada la presente investigación, se presenta recomendaciones en base a las conclusiones.

- Considerando la evidencia empírica desarrollada, el Ecuador deberá dirigir su atención por un modelo conservacionista ante el actual modelo extractivista, optando por mecanismos que ayuden a mantener el proceso de crecimiento económico sin comprometer el medio ambiente.
- De acuerdo a los resultados de Grossman y Krueger (1995), al tener conocimiento de los riesgos ambientales, es conveniente optar por nuevas tecnologías más limpias y ver como los países de menores ingresos, se enfocan a la conservación del medio ambiente en periodos más tempranos de lo que se ha realizado anteriormente.
- Dada la forma de U-invertida entre el crecimiento económico y la huella ecológica, implica que la política de Ecuador es reducir la degradación ambiental y debe mantenerse firme, con el fin de mantener la dinámica medioambiental. Por ejemplo, el gobierno tiene que establecer una meta, de consumir más electricidad a partir de energía solar, eólica e hídrica para alcanzar su visión 2030. Además de diversificar la economía del petróleo, a través de la educación y el gasto en la comercialización de Ecuador como un destino turístico.
- Ecuador posee una alta dependencia de energía de combustibles fósiles. En términos de Zilio (2008), la política ambiental debe concentrarse en la disminución de la intensidad energética mediante la diversificación de las matrices energéticas hacia formas de generación de energía más limpias y amigables con el medio ambiente. En este contexto se recomienda formular y proponer políticas de protección del medio ambiente, comprometidos a controlar estas acciones. Esta estrategia ambiental debe basarse en políticas gubernamentales encaminadas a reducir su dependencia del gas natural y del petróleo y fomentar el uso de los recursos renovables, como la energía nuclear, solar, hídrica y eólico, en el consumo y la producción de bienes.
- La economía ecuatoriana, depende en gran medida del consumo de energía para su crecimiento económico. A pesar de ello, la expansión de las fuentes de energía renovables es una solución viable para afrontar los problemas de seguridad energética y cambio climático. En este sentido, a largo plazo se podría sopesar la manipulación de

energías no renovables y conseguir una economía energética sostenible sin poner en riesgo el crecimiento económico.

- Finalmente, en términos investigativos, es conveniente utilizar cada componente de la huella ecológica de forma aislada, para explicar, la degradación ambiental. Debido que la inclusión aislada permitirá conocer el componente que tiene más peso sobre la degradación ambiental.

j. BIBLIOGRAFÍA

- Akaike, H. (1974). Una nueva mirada a la identificación del modelo estadístico. En *Selected Papers of Hirotugu Akaike* (pp. 215-222). Springer, Nueva York, NY.
- Almeida Quinteros, D. A. (2013). Crecimiento económico y medio ambiente: la curva ambiental de Kuznets para el Ecuador en el periodo 1970–2010 (Bachelor's thesis, QUITO/PUCE/2013).
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315-323.
- Alvarado, R., & Toledo, E. (2017). Environmental degradation and economic growth: evidence for a developing country. *Environment, Development and Sustainability*, 19(4), 1205-1218.
- Ang, JB (2008). El desarrollo económico, las emisiones contaminantes y el consumo de energía en Malasia.
- Arango, D. A. (2014). Hogares; dependencia del PIB “el gasto en el crecimiento colombiano de la última década”. Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada.
- Aşıcı, A. A., & Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*, 61, 707-714.
- Aslan, A., Destek, M. A., & Okumus, I. (2018). Sectoral carbon emissions and economic growth in the US: Further evidence from rolling window estimation method. *Journal of Cleaner Production*, 200, 402-411.
- Aydin, C., Esen, Ö., & Aydin, R. (2019). Is the ecological footprint related to the Kuznets curve a real process or rationalizing the ecological consequences of the affluence? Evidence from PSTR approach. *Ecological Indicators*, 98, 543-555.
- Ayres, R. U. (2008). Sustainability economics: Where do we stand? *Ecological Economics*, 67(2), 281-310.

- Azlina, A. A., & Mustapha, N. N. (2012). Energy, economic growth and pollutant emissions nexus: the case of Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 1-7.
- Bagliani, M., Bravo, G., & Dalmazzone, S. (2008). A consumption-based approach to environmental Kuznets curves using the ecological footprint indicator. *Ecological Economics*, 65(3), 650-661.
- Baloch, M. A., Zhang, J., Iqbal, K., & Iqbal, Z. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: evidence from panel data estimation. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 6199-6208.
- Banco Mundial. (2019). *Indicadores de Desarrollo Mundial*. Obtenido del Banco Mundial.
- Barros, V. (2006). Cambio climático global. Libros del Zorzal.
- Bello, M. O., Solarin, S. A., & Yen, Y. Y. (2018). The impact of electricity consumption on CO₂ emission, carbon footprint, water footprint and ecological footprint: the role of hydropower in an emerging economy. *Journal of environmental management*, 219, 218-230.
- Bhattacharyya, R., & Ghoshal, T. (2010). Economic growth and CO₂ emissions. *Environment, development and sustainability*, 12(2), 159-177.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). The causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- Boyce, J. K. (1994). Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecological Economics*, 11(3), 169-178.
- Bruyn, S. M., & Opschoor, J. B. (1997). Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. *Ecological Economics*, 20(3), 255-268.
- Cantos, J., & Lorente, D. (2011). Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. *Estudios de economía aplicada*, 29(2), 17-32.
- Caridad, J. M. (1998). *Econometría. Modelos econométricos y series temporales con los paquetes uTSP y TSP (Vol. 1)*. Reverté

- Caviglia-Harris, J. L., Chambers, D., & Kahn, J. R. (2009). Taking the “U” out of Kuznets: A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. *Ecological Economics*, 68(4), 1149-1159.
- Chang, C. C., & Carballo, C. F. S. (2011). Energy conservation and sustainable economic growth: The case of Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39(7), 4215-4221.
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154.
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyth, R. (2018). The Environmental Kuznets Curve in the OECD: 1870–2014. *Energy Economics*, 75, 389-399.
- Coob, C. W., & Douglas, P.H. (1928). A theory of production. In *Proceedings of the Fortieth Annual Meeting of the American Economic Association* (Vol. 139, p.165).
- Delgado, J. O. (2016). Sociedades posneoliberales en América Latina y persistencia del extractivismo. *Economía Informa*, 396, 84-95.
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of The Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: the role of ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(29), 29387-29396.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427- 431.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Du, G., Liu, S., Lei, N., & Huang, Y. (2018). A test of environmental Kuznets curve for haze pollution in China: Evidence from the penal data of 27 capital cities. *Journal of Cleaner Production*, 205, 821-827.

- Ekins, P. (2000). Wealth creation: distinguishing between production, welfare, growth and development Economic growth and environmental sustainability: the prospects for green growth. London: Routledge.
- ENGLE, R. y GRANGER, C. W.J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation and testing.. *Econometrica* 35, pp. 251-276
- Espinosa, J. (2013). Estimación de la curva de Kuznets medioambiental en el Ecuador durante el período 1961-2010. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Farhani, S., & Ben Rejeb, J. (2012). Energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from panel data for MENA region. University of Sousse, Tunisia.
- Galeotti, M., Manera, M. y Lanza, A., 2009. On the Robustness of Robustness Checks of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Environmental and Resource Economics*.
- Ghali, K. H., & El-Sakka, M. I. (2004). Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. *Energy economics*, 26(2), 225-238.
- Global Footprint Network. (2012). Global Footprint Network. Recuperado el 09 de 09 de 2013.
- Global Footprint Network. (2019). Open Data Platform. Obtenido de Global Footprint Network.
- Goldberger, A. S. (1964). *Econometric theory*. Econometric theory.
- Granger, C. W. J. (1969): "Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods". *Econometrica*. 37,424-438.
- Granger, C., y Engle, R. (2004). *Econometría de las series de tiempo, cointegración y heteroscedasticidad condicional autoregresiva*.
- Grossman, G. & Krueger, A. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, Cambridge, working paper 3914.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría (quinta edición)*. McGraw-Hill
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37 (3) ,1156–1164.

- Hamit-Haggar, M. (2012). Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. *Energy Economics*, 34(1), 358-364.
- Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mehmood, N., & Zhang, J. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 101516.
- Hettige, H.; Mani, M. y Wheeler, D. (1998). Industrial pollution in economic development. The world Bank Development Research Group. Policy Research Working Paper 1876.
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador. (2012). CAPÍTULO I: Información General de la República del Ecuador. Salinas.
- Jammazi, R., & Aloui, C. (2015). On the interplay between energy consumption, economic growth and CO2 emission nexus in the GCC countries: A comparative analysis through wavelet approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (51), 1737-1751.
- Jardón, A., Kuik, O., & Tol, R. S. (2017). Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmósfera*, 30(2), 87-100.
- JOHANSEN, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol12, pp.231-254.
- Jones, H., & Jones, H. G. (1979). Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico (Vol. 2). Antoni Bosch Editor.
- Kahia, M., Kadria, M., Aissa, M. S. B., & Lanouar, C. (2017). Modelling the treatment effect of renewable energy policies on economic growth: Evaluation from MENA countries. *Journal of cleaner production*, 149, 845-855.
- Kuznets, S (1966). *Modern Economic Growth*, New Haven, CT: Yale University Press.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1-28.
- Lanegra, I., & Morales, R. (2007). Competitividad y responsabilidad ambiental: Objetivos indesligables Dossier ensayo. Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., & Wackernagel, M. (2018). Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012–2018. *Resources*, 7(3), 58.
- Low, P., & Yeats, A. (1992). Do "dirty" industries migrate?. World Bank Discussion Papers [WORLD BANK DISCUSSION PAPER.]. 1992.
- Luzzati, T., Orsini, M., & Gucciardi, G. (2018). A multiscale reassessment of the Environmental Kuznets Curve for energy and CO2 emissions. *Energy policy*, 122, 612-621.
- Maddison, A. (2005). La economía de occidente y la de resto del mundo: una perspectiva.
- Mankiw, N. G. (2014). Macroeconomía. Antoni Bosch editor.
- McConnell (1997), "Income and the demand for environmental quality", *Environment and Development Economics*, 2, pp. 383-399.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). "Reporte de la Huella Ecológica Nacional y Sectorial del Ecuador – Año 2013". Quito - Ecuador.
- Mochón F. (1996). Macroeconomía Avanzada. McGraw-Hill.
- Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366-1375.
- Mrabet, Z., AlSamara, M., & Jarallah, S. H. (2017). The impact of economic development on environmental degradation in Qatar. *Environmental and ecological statistics*, 24(1), 7-38.
- Nadal, A. (2007). De los límites del crecimiento al desarrollo sustentable. Programa sobre ciencia, tecnología y desarrollo. México: El Colegio de México.
- NAVAL. (2012). Información General de la República del Ecuador. INOCAR.
- Ngarambe, J., Lim, H. S., & Kim, G. (2018). Light pollution: Is there an Environmental Kuznets Curve?. *Sustainable Cities and Society*, 42, 337-343.

- Oganesyan, M. (2017). Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in the BRICS.
- Orea, D. G., & Villarino, M. T. G. (2013). Evaluación de impacto ambiental. Mundi-Prensa Libros.
- Ouliaris, S. (2011). What are Economic Models? *Finance & Development*, 48(2), 46.
- Ozcan, B. (2013). The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: a panel data analysis. *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- Ozcan, B., Ulucak, R., & Dogan, E. (2019). Analyzing long lasting effects of environmental policies: Evidence from low, middle and high income economies. *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143.
- Ozturk, I., & Al-Mulali, U. (2015). Natural gas consumption and economic growth nexus: Panel data analysis for GCC countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 998-1003.
- Ozturk, I., Al-Mulali, U., & Saboori, B. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1916-1928.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development (No. 292778). International Labour Organization.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and development economics*, 2(04), 465-484.
- Pao, H. T., & Chen, C. C. (2019). Decoupling strategies: CO2 emissions, energy resources, and economic growth in the Group of Twenty. *Journal of Cleaner Production*, 206, 907-919.
- Payne, J. E. (2010). Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth. *Journal of Economic Studies*, 37(1), 53-95.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*,

- Pinto JR, H.Q. (2007) *Economía da Energía: Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Quesada, J. L. D., & y Certificación, A. E. D. N. (2009). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Aenor.
- Ravallion, M., Heil, M., & Jalan, J. (2000). *Carbon Emissions and Income Inequality*. Oxford Economic Papers, 52(4), 651-669.
- Rentería, Víctor., Toledo, Elisa., Bravo, Diana, B., & Ochoa, Diego, J. (2016). *Relación entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico y Consumo de Energía. El caso de Ecuador 1971-2010*. Revista Politécnica-Septiembre, 38(1).
- Robledo, J. C., & Olivares, W. (2013). *Relación entre las emisiones de co2, el consumo de energía y el pib: el caso de los civets*. Semestre económico, 16(33), 45-66.
- Rothman, D.S. y S. M. de Bruyn (1998), "Probing into the environmental Kuznets curve hypothesis", *Ecological Economics*, 25, pp. 143-145.
- Salahuddin, M., Gow, J., & Ozturk, I. (2015). *Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust?*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-326.
- Salim, R. A., Hassan, K., & Shafiei, S. (2014). *Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries*. *Energy Economics*, 44, 350-360.
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2018). *Empirical study of the Environmental Kuznets curve and Environmental Sustainability curve hypothesis for Australia, China, Ghana and USA*. *Journal of Cleaner Production*, 201, 98-110.
- SCHMALBACH, J. C. V., AVILA, F. J. M., & QUESADA, V. M. *Crecimiento económico y emisiones de CO 2: el caso de los países suramericanos*.

- 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, pp. 147-162.
- Senplades, S. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida*.
- Smith, A. (1776). *Riqueza de las naciones (1776)*. Madrid: Alianza.
- Solarin, S. A., & Al-Mulali, U. (2018). Influence of foreign direct investment on indicators of environmental degradation. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(25), 24845-24859.
- Solow, R. M. (1956). A contribución to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Soytas, U., & Sari, R. (2003). Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. *Energy economics*, 25(1), 33-37.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Stern, D. I., Common, M. S., & Barbier, E. B. (1996). Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development. *World Development*, 24(7), 1151-1160.
- Sterpu, M., Soava, G., & Mehedintu, A. (2018). Impact of Economic Growth and Energy Consumption on Greenhouse Gas Emissions: Testing Environmental Curves Hypotheses on EU Countries. *Sustainability*, 10(9), 3327.
- Tintner, G. (1968). *Methodology of mathematical economics and econometrics*.
- Torras, M., & Boyce, J. K. (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160.
- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of cleaner production*, 188, 144-157.

- Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (Vol. 9). New Society Publishers.
- Wang, J., & Dong, K. (2019). What drives environmental degradation? Evidence from 14 Sub-Saharan African countries. *Science of the Total Environment*, 656, 165-173.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., & Wang, Q. W. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy Policy*, 39(9), 4870-4875.
- Wang, S., Li, Q., Fang, C., & Zhou, C. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from China. *Science of the Total Environment*, 542, 360-371.
- WDI, 2017. *World Development Indicators*. World Bank, Washington D.C.
- Winchester, L., y Szalachman, R. (2009). The urban Poor's Vulnerability to Climate Change in Latin American and the Caribbean. *AND CLIMATE CHANGE*, 727.
- World Bank. (1992). *Development and the Environment: World Development Report*. New York: Oxford University Press.
- Zhang, XP, y Cheng, XM (2009). El consumo de energía, las emisiones de carbono, y el crecimiento económico en China. *Economía Ecológica*, 68, 2706-2712.

k. ANEXOS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD JURÍDICA SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

CARRERA DE ECONOMÍA

Título:

“HUELLA ECOLÓGICA, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONSUMO DE ENERGÍA: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA EL ECUADOR, PERIODO 1970-2016”

Autor: Luigi Jefferson Maldonado Gutiérrez

Director: Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2018

a. TEMA:

Huella Ecológica, Crecimiento Económico y Consumo de Energía: un análisis de cointegración para el Ecuador, periodo 1970-2016

b. PROBLEMÁTICA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El medio ambiente es considerado un sistema de gran importancia, puesto que en él se desarrollan varias formas de vida. En la actualidad son evidentes los cambios que el planeta está atravesando como: el aumento en la temperatura, sequías, inundaciones, etc. Estos problemas ambientales son resultado del uso de combustibles fósiles, para la actividad industrial, comercial y local, los cuales provocan el calentamiento global, que genera series de problemas al medio ambiente llevando a grandes pérdidas económicas (Barros, 2006).

Por su parte, la mayoría de los estudios sobre la relación entre el crecimiento económico y degradación ambiental se ha centrado en utilizar la variable emisiones de CO₂ como indicador de la contaminación del medio ambiente, siendo este indicador solo una parte de la degradación ambiental (Salahuddin, Gow y Ozturk, 2015). No obstante, según Wackernagel y Rees (1998), el indicador de la huella ecológica acopia mejor el grado de degradación ambiental. De este modo será considerada una variable que analice de manera real el modelo extractivista del Ecuador.

La evidencia empírica demuestra que el crecimiento económico puede ser el peor adverso con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento con rendimiento decreciente. Sin embargo existen investigaciones en las cuales afirman que el crecimiento económico, pueden generar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997). Para en caso de América Latina, las investigaciones realizadas sugieren que al establecer políticas de conservación ambiental, el crecimiento económico disminuirá (Chang y Soruco, 2011). En el estudio de Espinoza (2013), se analiza la relación entre crecimiento económico y la contaminación ambiental en el Ecuador durante las últimas cinco décadas, sus resultados revelan que actualmente nuestro país se encuentra en la fase creciente de la curva, por lo tanto el crecimiento económico está asociado a la degradación ambiental. En los últimos 15 años, el componente dominante de la Huella Ecológica Nacional es el carbono emitido por

la quema de combustibles fósiles, representando el 42% de la Huella Ecológica total en el año 2013. Por su parte de 1961 al 2013, la Biocapacidad per cápita se redujo en 69,3%. Por el contrario, la Huella Ecológica muestra una tendencia creciente en el mismo periodo, el valor per cápita aumentó 32,1%. Sin embargo, el indicador se reduce en 6,9% respecto al 2013.

De acuerdo a la evidencia empírica, las variables crecimiento económico y consumo de energía explican en mayor grado la degradación ambiental. En este sentido, se puede evidenciar que el nivel de ingresos del Ecuador se relaciona con la degradación ambiental.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La evidencia empírica demuestra que el crecimiento económico puede ser el peor adverso con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento con rendimiento decreciente. Sin embargo existen investigaciones en las cuales afirman que el crecimiento económico, pueden generar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997). Por su parte, Destek y Sarkodie (2019) mencionan que un aumento en el ingreso y del consumo de energía provoca un aumento de la huella ecológica.

En base a la problemática descrita anteriormente, resulta de gran importancia realizar un análisis económico ambiental en el Ecuador, con el objetivo de examinar el efecto del crecimiento económico y consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador.

3. ALCANCE DEL PROBLEMA

La presente investigación examinará la relación entre la huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, periodo 1970-2016, utilizando técnicas de cointegración y causalidad. El presente estudio comprenderá un análisis econométrico con datos de series de tiempo. La base de datos utilizada en la presente investigación se obtendrá de los indicadores del Desarrollo del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

4. EVALUACIÓN DEL PROBLEMA

Según el Banco Mundial (2017), Ecuador ha experimentado un crecimiento promedio del PIB de 4,3% durante el periodo del 2006 al 2014, impulsado por los altos precios del petróleo. Mientras que, el sector de la energía fue el que mayor variación presentó (110%). El sector

energético en el Ecuador contribuye al dinamismo de las actividades productivas encargados cubrir las demandas del sistema socioeconómico. Sin embargo, la necesidad de consumo energético genera efectos negativos ambientales desde su producción hasta el consumo, por lo tanto, requiere ser controlado.

Por su parte, la huella ecológica a nivel nacional, la composición no ha sido constante. En los últimos 15 años, el componente dominante de la Huella Ecológica Nacional es el carbono emitido por la quema de combustibles fósiles, representando el 42% de la Huella Ecológica total en el año 2013. Además desde 1961 al 2013, la Biocapacidad per cápita se redujo en 69,3%. Por el contrario, la Huella Ecológica muestra una tendencia creciente en el mismo periodo, el valor per cápita aumentó 32,1%. Sin embargo, el indicador se reduce en 6,9% respecto al 2013. En el año 2013, la Huella Ecológica per cápita de un ecuatoriano promedio fue aproximadamente 1,8 veces menor que el promedio mundial, manteniéndose por debajo de la Biocapacidad promedio mundial (1,73 hag per cápita).

En base a la problemática descrita anteriormente, resulta de gran importancia realizar un análisis económico ambiental en el Ecuador

5. PREGUNTAS DIRECTRICES

La investigación será llevada a cabo, teniendo en cuenta las siguientes preguntas directrices:

- ¿Cómo ha sido la evolución y la correlación de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016?
- ¿Cuál será la relación de corto plazo y largo plazo de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016?
- ¿Cuál será la relación de causalidad de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016?

c. JUSTIFICACIÓN

1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

La presente investigación será de gran aporte para el ámbito académico, puesto que generará nuevos conocimientos para estudiantes y docentes y particulares interesados en la temática. Además, mejorare mis habilidades de investigación y aplicare todos los conocimientos

adquiridos en mis niveles académicos con el fin de ser más competitivo en el ámbito económico social. La presente investigación es requisito obligatorio de la Universidad Nacional de Loja previo a la obtención del título de Economista.

2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En la presente investigación se examina el impacto del crecimiento económico y el consumo de energía en la huella ecológica. De esta forma se implementara nuevas alternativas que beneficien al medio ambiente del país. Una vez evaluada la relación entre degradación ambiental y producto interno de Ecuador, se podrá dar nuevas iniciativas con el fin de buscar mecanismos que ayuden a generar un crecimiento sostenido y sostenible sin comprometer el medio ambiente y de este modo desarrollar nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente.

3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Con una economía y patrones de consumo cambiantes, la presente investigación generara nuevos conocimientos para poder sopesar el comportamiento humano dando lugar a nuevas estrategias económicas en el futuro. Con el fin de no comprometer a las generaciones futuras, puesto que, la degradación y deterioro socio-ambiental genera bajos índices socio- económicos como la pobreza, desempleo y bajo nivel de vida. Además, genera una sobreproducción y sobreconsumo irracional, alternado los ecosistemas por medio de la deforestación, la erosión de suelos, des-fertilización, incendios forestales, pérdida de biodiversidad, cambios en el clima, contaminación atmosférica, el efecto invernadero y la contaminación de fuentes hídricas (Martínez, 2008).

d. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Examinar el efecto del crecimiento económico y consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador, periodo 1970-2016.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar la evolución y correlación de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.
- Estimar la relación de largo plazo y corto plazo de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.
- Estimar la relación de causalidad de las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

e. MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES

Es evidente en la actualidad los cambios climáticos, como por ejemplo; la temperatura global, sequías en algunos países, inundaciones, etc. Estos problemas ambientales son resultado del uso de combustibles fósiles, para la actividad industrial, comercial y local, es así que la cantidad de gases de efecto invernadero que son emitidos a la atmósfera provoca el calentamiento global, que generan una serie de problemas al medio ambiente llevando a grandes pérdidas económicas (Barros, 2006). La evidencia empírica demuestra que el crecimiento económico puede ser el peor adverso con el medio ambiente hasta el punto de generar un crecimiento decreciente, no obstante existen investigaciones que mencionan que el crecimiento económico, pueden generar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman y Krueger, 1991; Panayotou, 1997).

Kasman y Selman (2015), mencionan que para los países del G20, como para la Unión Europea (EU), un aumento del crecimiento económico, genera un aumento de la degradación ambiental y un aumento del consumo de energía, donde coinciden que el crecimiento económico se orienta a una relación de equilibrio a largo plazo en respuesta a los cambios de las variables y a corto plazo son causales entre sí. Además, Zhang y Cheng (2009), en sus resultados se evidencian una causalidad unidireccional en el sentido de Granger, entre el PIB al consumo de energía y del consumo de energía a las emisiones de CO₂ a largo plazo. Grossman y Krueger (1991) mencionan que la curva de Kuznets (1955), explica la relación entre calidad ambiental y el PIB per cápita. Es así que la etapa más alta del desarrollo de un país, lo logra por medio del deterioro ambiental.

Por otra parte, Ozcan (2013) en su investigación examina la relación entre crecimiento económico, consumo de energía y emisiones de CO₂ en los 12 países del Medio Oriente a través de técnicas cointegración y causalidad, los resultados revelan que no existe un efecto causal entre el PIB y el consumo de energía, y las emisiones de CO₂. Sin embargo, a largo plazo, existe causalidad unidireccional entre el PIB y las emisiones de CO₂. Por su parte, en el estudio de Espinoza (2013) se analiza la relación entre crecimiento económico y la contaminación ambiental en el Ecuador durante las últimas cinco décadas, sus resultados revelan que, actualmente nuestro país se encuentra en la fase creciente de la curva, por lo tanto el crecimiento económico está asociado a la degradación ambiental.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 HUELLA ECOLÓGICA

La Huella Ecológica mide la cantidad de tierra y agua biológicamente productivas que un individuo, una región, toda la humanidad, o determinada actividad humana requiere para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera (Global Footprint Network, 2012).

La Huella Ecológica es una herramienta utilizada para medir la demanda de recursos naturales de la humanidad sobre la capacidad regenerativa del planeta (Biocapacidad mundial). Estos recursos se obtienen de seis superficies (tierras de cultivo, pastizales, bosques, zonas de pesca, terreno construido, bosques para absorción de CO₂) que pueden ser locales o ubicadas en lugares distantes alrededor del mundo, clasificadas en función de los bienes y servicios que proveen. El indicador de Huella Ecológica se mide en hectáreas globales (hag), definidas como hectáreas con productividad media mundial (Global Footprint Network, 2012).

2.2 CRECIMIENTO ECONÓMICO

Smith (1776) afirma que la riqueza de las naciones depende de dos factores: el factor trabajo, y el grado de eficacia de la actividad productiva. Los mismos dependen de la división del trabajo, la tendencia al intercambio, el tamaño de los mercados, y finalmente la acumulación de capital, la cual se la considera el motor del crecimiento de un país. Por su parte, Cobb Douglas (1928) en su enfoque neoclásico relaciona un producto y las variaciones de los insumos tecnología, trabajo y capital con el fin de estimar la función de producción de un país

y proyectar así, su crecimiento económico esperado. De igual forma Solow (1956), uno de los pioneros de la teoría neoclásica menciona que el crecimiento requiere del desarrollo del capital por medio de la inversión y el aumento de la población. Por otra parte, Kutznets (1966) señala que el crecimiento económico es un aumento sostenido del producto per cápita o por trabajador. En este escenario es un aumento del valor de los bienes y servicios producidos por una economía durante un período determinado.

2.3 CONSUMO DE ENERGÍA

Es la cantidad de energía que se utiliza en los diferentes tipos de actividades. En este caso el consumo de energía se refiere al consumo de energía antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale la producción nacional más las importaciones y las variaciones de las existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados en el transporte internacional (Banco Mundial, 2017).

El consumo de energía es fundamental para el crecimiento económico, puesto que mejora la calidad de vida de los individuos y fomenta la producción. En este sentido existe una relación significativa entre el crecimiento económico y el consumo de energía, dado que un incremento en el consumo de energía origina una mayor productividad (Winchester y Szalachman, 2009).

2.3 SERIES TEMPORALES

Series de tiempo es una secuencia de datos, observaciones, que pueden ser medidos en determinados momentos pero de una manera ordenada y cronológica. Se usan métodos que ayudan a interpretarlas y extraer información de los datos o las series (Gujarati y Porter, 2010, p.22). Como por ejemplo conocer la evolución del crecimiento económico en el Ecuador en el periodo 2000 al 2017. Este método se aplica con la finalidad de conocer el comportamiento de la serie en momentos no observados, sean en el futuro o en el pasado. Por su parte, Granger y Engle (2004) mencionan que cada día se suscitan nuevos cambios en los patrones económicos e incluso en cuestión de segundos. De allí nace la importancia de conocer el comportamiento de las series de tiempo.

2.4 TEST DE COINTEGRACIÓN

Con el fin de examinar la relación a largo plazo entre las variables podemos utilizar un test de cointegración sobre modelos VAR utilizando la metodología desarrollada por Johansen

(1988). Este autor analiza las restricciones impuestas por la cointegración de las series incluidas en un modelo VAR no restringido. En conclusión, si x_t e y_t están co-integradas significa que, aunque crezcan en el periodo (t), lo hacen de una forma completamente simultánea, de tal forma que el coeficiente de error entre x_t e y_t no aumenta.

2.5 MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES

Con la finalidad de examinar la relación a corto plazo se aplicara un modelo de corrección de error VEC. Para Azlina y Mustapha (2012) las variables están cointegradas y se pueden utilizar los residuos para corregir los errores y estimar también los efectos a corto plazo. En definitiva, el modelo de vector de corrección del error (VEC) es un modelo VAR restringido (habitualmente con sólo dos variables) que asume restricciones de cointegración, es utilizado con series que no son estacionarias.

2.6 CAUSALIDAD DE GRANGER

Granger (1969), propuso la prueba de causalidad, en base al criterio de que el futuro no puede afectar al pasado sino también, en sentido viceversa. De este modo si una variable retardada está correlacionada con valores futuros de otra variable, indica que una variable es causa de la otra en el sentido de Granger. Sin embargo, cabe mencionar que esta causalidad en este sentido, no es lo correcto puesto que, es posible que una variable retardada se correlacione espuriamente con otra variable únicamente por ser un indicador adelantado y no por ser una verdaderamente causalidad.

Además, Granger y Engle (2004) sugieren que para predecir a otra variable de carácter unidireccional y bidireccional, se debe comparar el comportamiento actual y pasado de la variable de una serie temporal. De este modo, si la variable X, predice la conducta de la variable Y, entonces “el resultado X” causa en el sentido de Granger “el resultado Y”; por ello el comportamiento es unidireccional. Por su parte si “el resultado Y” predice “el resultado X”, el comportamiento es bidireccional.

3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

3.1 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

La presente investigación se enfoca en el decimoquinto objetivo del desarrollo sostenible (PNDU, 2018). El presente objetivo hace mención a “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”.

En este contexto, la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas que se sostiene son las bases para las estrategias de adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres, pues pueden reportar beneficios que aumentarán la resiliencia de las personas a los efectos del cambio climático, además de ser proporcionar recreación y bienestar mental. Por su parte, en muchas culturas los paisajes naturales están estrechamente asociados a los valores espirituales, las creencias religiosas y las enseñanzas tradicionales.

Algunas de las metas propuestas para el objetivo decimoquinto del Desarrollo Sostenible se presentan a continuación.

- Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales. Así mismo, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
- Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo.

F. METODOLOGÍA

1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPTIVO

La investigación será de tipo descriptiva, dicho análisis describirá y analizará los aspectos referentes a degradación ambiental y crecimiento económico en el Ecuador de esta forma se

expondrá las recomendaciones para mitigar el problema a tratar y así describir los aspectos que sean necesarios para mitigar el problema.

1.2 CORRELACIONAL

La presente investigación será de igual forma, correlacional, puesto que se utilizara técnicas estadísticas y econométricas entre las variables a utilizar en el modelo económico en el Ecuador durante el período 1970-2016.

1.3 EXPLICATIVA

La presente investigación será explicativa, puesto que explicará el comportamiento de las variables, interpretando y explicando cada componente, con el fin de dar alternativas de solución ante el problema de investigación.

2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

2.1 MÉTODO CIENTÍFICO

2.1.1 INDUCTIVO

A través de la recolección de datos se realizará el respectivo análisis para formular los enunciados necesarios basados en el tema de investigación. Con dicha información se obtendrán mayores conocimientos sobre las variables huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía en el Ecuador, período 1970-2016.

2.1.2 DEDUCTIVO

Este método, se utilizará para el desarrollo del esquema de contenidos y de los capítulos del presente trabajo investigativo. Partiendo de premisas y conceptos generales hasta llegar a casos particulares que delimiten la problemática planteada.

2.1.3 ANALÍTICO

Se utilizará para el proceso de análisis de la información estadística con el objetivo de descomponer el todo en sus partes, y de esta forma, poder determinar las causas-efectos de las variables en el presente estudio.

2.1.4 SINTÉTICO

Será empleado pues se unirá todas las partes que comprenderá este tema, para llegar a una completa comprensión, es decir, llegar a la pertinente interpretación de la esencia de lo que se llevara a cabo, tanto en sus partes como en sus características.

2.1.5 ESTADÍSTICO

Se empleará para el procesamiento de información, para ello se utilizarán herramientas como programas estadísticos. Luego se podrá extraer resultados para ser representados mediante gráficos, cuadros, los mismos que servirá para realizar las conclusiones y recomendaciones.

3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

3.1 ANÁLISIS DE DATOS

La presente investigación se realizará con el fin de examinar el efecto del crecimiento económico y del consumo de energía en la huella ecológica en el Ecuador. Por su parte, la relación entre crecimiento económico y medio ambiente se analizó desde la teoría de la Curva de Kuznets (1955), además se utilizó el modelo de vectores autorregresivos (VAR) y el modelo de vector de corrección de error (VEC) para verificar la relación de largo plazo y corto plazo respectivamente, y finalmente se utilizó la prueba de causalidad de Granger (1969), para determinar la dirección de causalidad entre las variables. La relación entre crecimiento económico y medio ambiente se analizará desde el concepto de la Curva de Kuznets (1955), la cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$HE_t = B_0 + PIB_t + u_t \quad (1)$$

Donde la variable independiente es el símbolo PIB_t que representa el crecimiento económico (medido en PIB per cápita a precios constantes 2010) y el símbolo HE que representa a la huella ecológica (medida en hectáreas globales per cápita). El subíndice t, indica el tiempo, en este caso los datos son anuales. A partir de la ecuación (1) se agregará una variable de control consumo de energía para determinar su efecto en la degradación ambiental y finalmente se agregará la variable dummy que capture el efecto producto de la dolarización en

la economía ecuatoriana. La variable dummy toma el valor de cero antes de 1999 y el valor de uno a partir de 2000. La ecuación 2 resume lo expuesto anteriormente.

$$HE_t = B_0 + B_1PIB_t + B_2CE_t + u_t \quad (2)$$

3.2 Correlación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico en el Ecuador durante el periodo 1970-2016.

La Figura 1 muestra la correlación entre las variables huella ecológica (medida hectáreas globales per cápita) y el crecimiento económico (medido a través del PIB per cápita a precios constantes 2010). Las variables presentan una correlación con tendencia positiva y estadísticamente significativa.

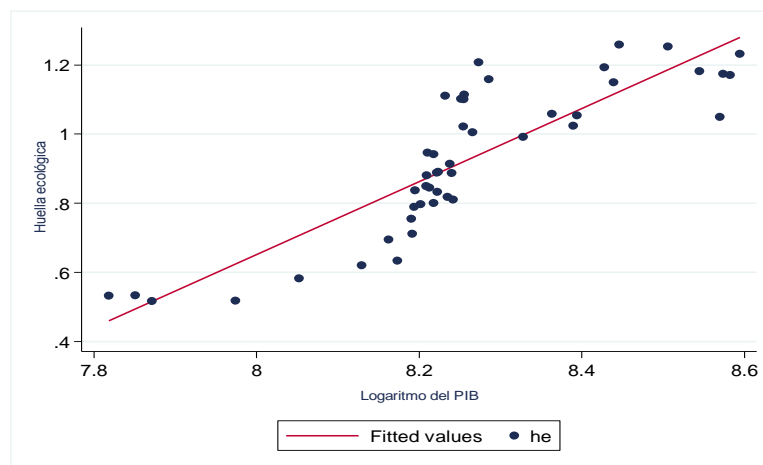


Figura 1. Correlación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019)

Se evidencia que el PIB se encuentra asociado con la huella ecológica. De este modo un aumento en los niveles del PIB provoca un aumento de la huella ecológica.

3.3 Correlación entre las variables huella ecológica y consumo de energía en el Ecuador, periodo 1970-2016.

La Figura 2 ilustra la correlación entre las variables huella ecológica (medida en hectáreas globales per cápita) y el consumo de energía (medido kg de equivalente de petróleo per cápita) en el Ecuador, durante el período 1970-2016. Las variables presentan una correlación con tendencia positiva y estadísticamente significativa.

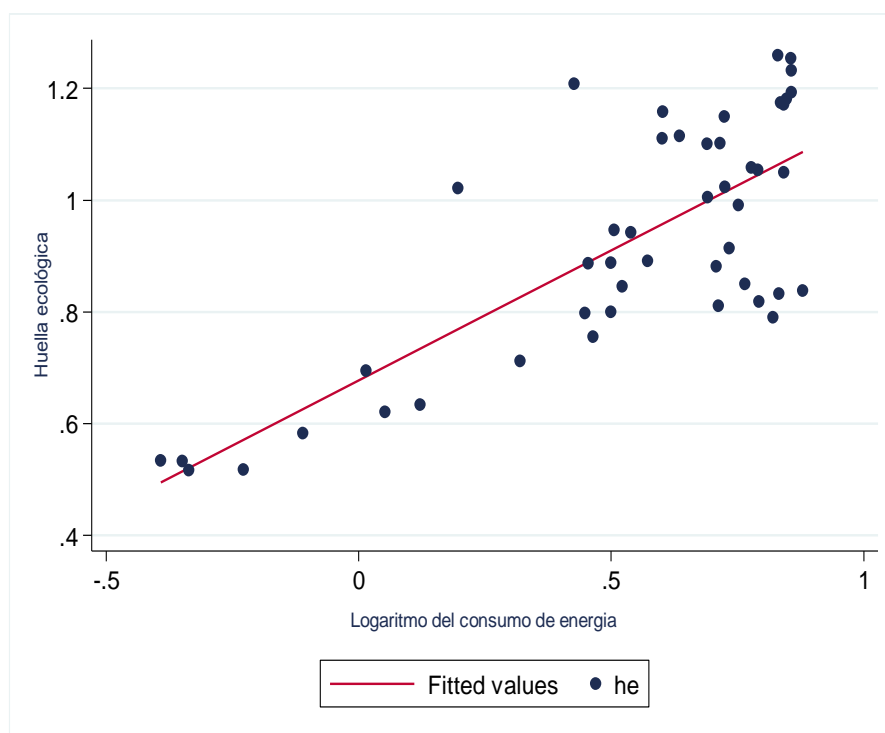


Figura 2. Correlación entre las variables huella ecológica y consumo de energía en el Ecuador, periodo 1970-2016.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de la Red Global de la Huella (2019).

En base a la Figura 2, las variables huella ecológica y el consumo de energía en logaritmo presentan una relación positiva lo que indica que el consumo de energía conduce en aumentos de huella ecológica. De este modo a medida que aumenta el consumo de energía aumentan las fracciones de huella ecológica.

4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la ejecución de la presente investigación, se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el tema y título de la investigación, delimitando la temática de estudio: Huella Ecológica, Crecimiento Económico y Consumo de Energía: un análisis de cointegración para el Ecuador, periodo 1970-2016.
2. Armar el marco teórico de la investigación, tomando en cuenta las investigaciones que sirvan de antecedentes, además de las bases teóricas del estudio.
3. Definir los criterios de la metodología a seguir, estableciendo el tipo de investigación, técnicas e instrumentos a utilizarse.

4. Analizar la información descriptiva, tomando en cuenta las observaciones necesarias que apoyen la teoría existente, generar las ideas finales del presente estudio.
5. Realizar las respectivas revisiones con el tutor asignado para que se hagan las correcciones necesarias y elaborar el informe escrito de la investigación para su presentación.

g. ESQUEMA DE CONTENIDOS

- a) Título
- b) Resumen
Abstract
- c) Introducción
- d) Revisión de literatura
- e) Materiales y métodos
- f) Resultados
- g) Discusión
- h) Conclusiones
- i) Recomendaciones
- j) Bibliografía
- k) Anexos

h. CRONOGRAMA

N°	Actividades	2019																			
		Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Elección del tema	■																			
2	Elaboración del proyecto		■																		
3	Corrección del proyecto			■																	
4	Presentación y aprobación del proyecto				■																
5	Revisión de literatura		■	■	■																
6	Elaboración de la ficha bibliográfica					■															
7	Recolección y elaboración de base de datos						■														
8	Análisis de resultados							■													
9	Redacción de conclusiones y recomendaciones								■												
10	Presentación del borrador de la tesis									■											
11	Revisión del informe escrito del borrador de tesis										■										
12	Presentación de la documentación para obtener la aptitud legal											■	■								
13	Corrección del informe escrito del borrador de la tesis													■							
14	Aprobación del informe escrito del borrador de la tesis														■	■					
15	Presentación de la solicitud para la privada																■				
16	Sustentación privada																	■			
17	Corrección de la tesis																		■		
18	Presentación de la versión final de la tesis																			■	
19	Disertación de la tesis publica																				■

i. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El presupuesto estimado para la presente investigación es de \$ 600,00 dólares americanos, detallados a continuación:

Tabla 1. *Presupuesto para el trabajo de investigación*

<i>RUBROS</i>	<i>VALORES \$</i>
<i>Elaboración del proyecto</i>	150,00
<i>Material de escritorio</i>	25,00
<i>Copias</i>	50,00
<i>Internet</i>	25,00
<i>Trasporte</i>	100,00
<i>Impresiones</i>	150,00
<i>Imprevistos</i>	100,00
<i>TOTAL</i>	600,00

Fuente y elaboración: El autor

2. Financiamiento

La presente investigación, se financiará con recursos propios del investigador.

j. BIBLIOGRAFÍA (anexo 1)

- Azlina, A. A., & Mustapha, N. N. (2012). Energy, economic growth and pollutant emissions nexus: the case of Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 1-7.
- Barros, V. (2006). Cambio climático global. Libros del Zorzal.
- Chang, C.C. & Soruco Carballo, C. F. (2011). Energy conservation and sustainable economic growth: The case of Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39 (7), 4215–4221.
- Coob, C. W., & Douglas, P.H. (1928). A theory of production. In *Proceedings of the Fortieth Annual Meeting of the American Economic Association* (Vol. 139, p.165).
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Espinosa, J. (2013). Estimación de la curva de Kuznets medioambiental en el Ecuador durante el período 1961-2010. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Global Footprint Network. (2012). Global Footprint Network. Recuperado el 09 de 09 de 2013.
- Granger, C. W. J. (1969): “Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods”. *Econometrica*. 37,424-438.
- Granger, C., y Engle, R. (2004). *Econometría de las series de tiempo, cointegración y heteroscedasticidad condicional autoregresiva*.
- Grossman, G. & Krueger, A. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, Cambridge, working paper 3914.
- JOHANSEN, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol112, pp.231-254.

- Kasman, A., & Selman, Y. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption , trade and urbanization in new EU member and candidate countries : A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97–103.
- Kuznets, S (1966). *Modern Economic Growth*, New Haven, CT: Yale University Press
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1-28.
- Ozcan, B. (2013). The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: A panel data analysis. *Energy Policy*. Vol. 62, pp. 1138–1147.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and development economics*, 2(04), 465-484.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Salahuddin, M., Gow, J., & Ozturk, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-326.
- Smith, A. (1776). *Riqueza de las naciones (1776)*. Madrid: Alianza.
- Solow, R. M. (1956). A contribución to the theory of economic growth. *The quartely journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth (Vol. 9)*. New Society Publishers.
- WDI, 2017. *World Development Indicators*. World Bank, Washington D.C.

Winchester, L., y Szalachman, R. (2009). The urban Poor's Vulnerability to Climate Change in Latin American and the Caribbean. *AND CLIMATE CHANGE*, 727.

Zhang, X. P. & Cheng, X. M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706–2712.

ANEXO 2

PRUEBA DE NORMALIDAD

Prueba de Jarque-Bera

Se plantea la hipótesis:

H_0 : existe normalidad

H_1 : no existe normalidad

Regla de decisión:

- Se acepta H_0 si el valor Prob>chi2 es mayor a 0.05
- Se acepta H_1 si el valor Prob>chi2 es menor a 0.05

Equation	chi2	df	Prob > chi2
dlhe	1.405	2	0.49523
dlpib	5.329	2	0.06964
dlPIB2	5.135	2	0.07674
dlcep	1.008	2	0.60402
dummy	110.691	2	0.00000
ALL	123.568	10	0.00000

Dado que (Prob>chi2) es mayor a 0,05 se acepta H_0 . Por lo tanto, el modelo presenta normalidad.

Prueba de Skewness

La prueba de Skewness plantea dos hipótesis:

H_0 : existe normalidad en los residuos

H_1 : no existe normalidad en los residuos

Regla de decisión:

- Se acepta H_0 si el valor Prob>chi2 es mayor a 0.05
- Se acepta H_1 si el valor Prob>chi2 es menor a 0.05

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
dlhe	-.13756	0.139	1	0.70952
dlpib	.45915	1.546	1	0.21372
dlPIB2	-.42251	1.309	1	0.25255
dlcep	.02516	0.005	1	0.94569
dummy	1.7685	22.935	1	0.00000
ALL		25.933	5	0.00009

Dado que (Prob>chi2) es mayor a 0,05 se acepta H_0 . Por lo tanto existe normalidad en los residuales del modelo. Dichos resultados presentan similitud a los reportados por la prueba de Jarque-Bera

Prueba de Kurtosis

La prueba de Kurtosis plantea dos hipótesis:

H_0 : existe normalidad en los residuos

H_1 : no existe normalidad en los residuos

Regla de decisión:

- Se acepta H_0 si el valor Prob>chi2 es mayor a 0.05
- Se acepta H_1 si el valor Prob>chi2 es menor a 0.05

Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
dlhe	3.8312	1.267	1	0.26039
dlpib	4.4365	3.783	1	0.05178
dlPIB2	4.4445	3.826	1	0.05048
dlcep	2.2601	1.004	1	0.31643
dummy	9.9186	87.756	1	0.00000
ALL		97.635	5	0.00000

Dado que $(\text{Prob} > \text{chi}^2)$ es mayor a 0,05 se acepta H_0 . Por lo tanto existe normalidad en los residuales del modelo. Estos resultados son consistentes por aquellos reportados en la prueba de Jarque-Bera y Prueba de Skewness.

ANEXO 3

PRUEBA DE ESTABILIDAD

Eigenvalue	Modulus
.9728982	.972898
-.293808 + .673071 <i>i</i>	.734403
-.293808 - .673071 <i>i</i>	.734403
.6722795	.67228
.06535928 + .5920597 <i>i</i>	.595656
.06535928 - .5920597 <i>i</i>	.595656
-.4741248	.474125
-.2600014 + .2153344 <i>i</i>	.337594
-.2600014 - .2153344 <i>i</i>	.337594
.09645707	.096457

De acuerdo a la prueba de estabilidad, los resultados revelan que todos los valores propios o módulos se encuentran dentro del círculo unitario. Por lo tanto el modelo VAR satisface la condición de estabilidad en el tiempo.

ANEXO 4

Prueba de multiplicador de Lagrange

La Prueba de multiplicador de Lagrange plantea dos hipótesis:

H_0 : No existe autocorrelación

H_1 : Existe autocorrelación

Regla de decisión:

- Se acepta H_0 si el valor Prob>chi2 es mayor a 0.05
- Se acepta H_1 si el valor Prob>chi2 es menor a 0.05

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	36.1804	25	0.06891
2	20.1325	25	0.73984

Dado que (Prob>chi2) es mayor a 0,05 se acepta H_0 . Por lo tanto no existe autocorrelación en el modelo. En este sentido, se afirma que se escogió el mejor modelo para la presente investigación.

ANEXO 5

Formato de ficha bibliográfica

N°	Titulo	Autor y año	Revista/Libro	Variables utilizadas	Metodología	Resultados	Implicaciones de política
1	Degradación ambiental y crecimiento económico: evidencia de un país en desarrollo.	Alvarado y Toledo (2017)	Science Direct	Cobertura vegetal, crecimiento económico y urbanización.	Modelo de vector autorregresivo (VAR), cointegración de Johansen, modelo de vector de corrección de error (VEC) y causalidad de Granger.	Sus resultados revelan que existe una relación de equilibrio a largo y corto plazo entre la cobertura vegetal, el crecimiento económico y la tasa de urbanización. Además, no encuentran causalidad en el sentido de Granger entre las variables.	Una implicación política en base a los hallazgos es que las políticas para proteger el medio ambiente no deben poner en peligro el crecimiento económico y no limitar el rápido proceso de urbanización en el país.

INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO	IV
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	VI
a. TÍTULO.....	1
b. RESUMEN	2
ABSTRACT	3
c. INTRODUCCIÓN.....	4
d. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	7
1. ANTECEDENTES.....	7
1.1 Relación entre crecimiento económico y medio ambiente.....	8
1.1.1. Curva de Kuznets.....	8
1.1.2. Relación entre la huella ecológica y crecimiento económico.....	15
1.1.3. Relación entre huella ecológica, crecimiento económico y consumo de energía.....	17
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	20
2.1. Ubicación Geográfica	20
2.2. Extensión.....	21
2.3. Regiones Geográficas	21
2.4. Clima.....	21
2.5. Huella Ecológica	22
2.5.1 Hectárea global (gha).....	22
2.5.2. Capacidad biológica o biocapacidad.....	23
2.5.3. Huella ecológica de consumo (EFC)	23
2.5.4. Huella ecológica de la producción (EFP)	23
2.5.5. Huella de carbono	24
2.5.6. Cuentas de la Huella Nacional.....	24
2.5.7. Forma de cálculo de la Huella ecológica	24
2.5.8. Hectáreas globales per cápita.....	25
2.6. Crecimiento Económico.....	25
2.6.1. Importancia del crecimiento económico.....	25
2.6.2. Producto interno bruto	26

2.6.3. Componentes del Producto Interno Bruto.....	26
2.6.4. Producto Interno Bruto per cápita.....	26
2.7. Consumo de Energía	27
2.7.1. Consumo de energía per cápita	27
2.8. Modelo Económico	27
2.9. Modelo econométrico	27
2.10. Tipos de datos para el análisis económico.....	28
2.11. Datos de series de tiempo	28
2.12. Datos Transversales	29
2.13. Datos de Panel.....	29
3. MARCO LEGAL	29
e. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	34
6.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	34
7. METODOLOGÍA.....	35
f. RESULTADOS	40
h. CONCLUSIONES	61
i. RECOMENDACIONES	63
j. BIBLIOGRAFÍA	65
k. ANEXOS.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Kuznets Ambiental	9
Figura 2. Convenciones de la relación entre contaminación ambiental y el ingreso.....	15
Figura 3. Evolución de la variable huella ecológica en el Ecuador, periodo 1970-2016	40
Figura 4. Evolución del variable crecimiento económico en el Ecuador, periodo 1970-2016....	41
Figura 5. Evolución del variable consumo de energía en el Ecuador, periodo 1970-2016	42
Figura 6. Correlación entre las variables huella ecológica y crecimiento económico en el Ecuador, periodo 1970-2016.....	43
Figura 7. Curva de Kuznets Ambiental para el Ecuador, periodo, 1970-2016.....	44
Figura 8. Correlación entre las variables huella ecológica y consumo de energía en el Ecuador, periodo, 1970-2016.	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de materiales demandados para la investigación	32
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables.	35
Tabla 3. Resultados de la regresión de línea base1	44
Tabla 4. Resultados de la regresión de línea base2.....	45
Tabla 5. Resultados de la regresión de línea base3.....	45
Tabla 6. Resultados de la Prueba de Dickey y Fuller	47
Tabla 7. Resultados de la Prueba de Philips y Perron.....	47
Tabla 8. Resultados de la Prueba del modelo VAR.....	48
Tabla 9. Resultados de la prueba de cointegración de Johansen	49
Tabla 10. Resultados del modelo de corrección de error (VEC)	49
Tabla 11. Restricción de la normalización de Johansen impuesta.....	50
Tabla 12. Prueba de causalidad de Granger	51