



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista**

**Tema:**

---

**“Crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador”**

---

**Autora:** Arévalo Paredes, Angela de las Mercedes

**Tutor:** Econ. Vayas López, Álvaro Hernán

**Ambato-Ecuador**

**2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Álvaro Hernán Vayas López con cédula de ciudadanía No. 180329372-7, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA AFECTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR”**, desarrollado por Angela de las Mercedes Arévalo Paredes, de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Febrero 2024.

**TUTOR**



Econ. Álvaro Hernán Vayas López


C.C. 180329372-7

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angela de las Mercedes Arévalo Paredes con cédula de ciudadanía No. 180453720-5, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA AFECTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Febrero 2024.

AUTORA



Angela de las Mercedes Arévalo Paredes

C.C. 180453720-5



## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Febrero 2024.

AUTORA



Angela de las Mercedes Arévalo Paredes

C.C. 180453720-5

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

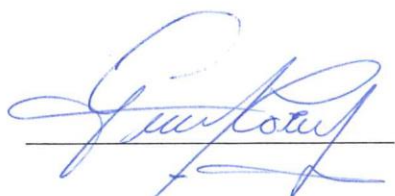
El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de investigación, sobre el tema: **“CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA AFECTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR”**, elaborado por Angela de las Mercedes Arévalo Paredes, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2024.



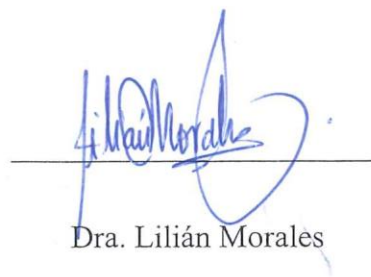
Dra. Tatiana Valle Ph. D.

**PRESIDENTE**



Econ. Geovanny Carrión

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Dra. Lilián Morales

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación está dedicado a Dios por ser mi fortaleza, por haberme dado la vida y salud para mantenerme constante en mis estudios.*

*A mis padres William Ernesto Arévalo (+) y Angela Carmita Paredes, por ser los impulsores de mis sueños porque siempre me han apoyado incondicionalmente y han estado ahí alentándome con sus palabras para salir adelante desde un inicio de la carrera, que con su esfuerzo, paciencia y amor me enseñaron el valor de la responsabilidad, a ser una persona de bien y a ser valiente ante cualquier adversidad.*

*A mi hermano Paúl Arévalo por cuidarme y demostrarme su cariño para siempre ser mejor y salir adelante, también a mis sobrinos Ian y Adam Arévalo que me dan alegría cada día.*

*A mis abuelas Teresa Andrade y Ligia Gavilanes, tíos y primos que siempre estuvieron a mi lado, por siempre confiar en mi capacidad, por brindarme todo su cariño y lealtad.*

*Angela de las Mercedes Arévalo Paredes*

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, manifestar mi gratitud a Dios por darme su bendición, sabiduría y por ser mi guía en este proceso.*

*A mis padres, hermano y sobrinos por enseñarme a salir adelante, a no rendirme y siempre luchar por mis metas mediante su amor, apoyo y sabios consejos, también a Christian Loja quien en todo este camino supo alentarme para no decaer y así culminar con éxito mis estudios.*

*Mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Contabilidad y Auditoría como también a sus docentes por impartirnos sus conocimientos, apoyo, dedicación y amistad que me permitieron crecer como persona y profesional cada día.*

*Finalmente, mi sincero agradecimiento a mi tutor Econ. Álvaro Vayas quien es el principal colaborador para hacer realidad este trabajo de investigación, que con su conocimiento, confianza y enseñanza me ha guiado en este camino para la realización de este trabajo.*

*Angela de las Mercedes Arévalo Paredes*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>A. PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>B. CONTENIDO</b>	
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación.....	3



1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica .....	3
1.2.2. Formulación del problema de investigación.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Revisión de literatura.....	6
2.1.1 Antecedentes investigativos.....	6
2.1.2 Fundamentos teóricos .....	10
2.2. Hipótesis .....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>23</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1 Recolección de la información .....	23
3.2 Tratamiento de la información .....	26
3.3 Operacionalización de las variables.....	34
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>37</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 Resultados y discusión.....	37
4.2 Verificación de la hipótesis .....	53
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>

5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Limitaciones del estudio.....	56
5.3 Futuras temáticas de investigación.....	56

**C. MATERIAL DE REFERENCIA**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1</b> Tipos de terrenos productivos para el cálculo de la huella ecológica .....	15
<b>Tabla 2</b> Ficha de registro de datos secundarios.....	25
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de la variable dependiente: Huella Ecológica .....	34
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de la variable independiente 1: PIB per cápita.....	35
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de la variable independiente 2: Consumo de energía per cápita .....	36
<b>Tabla 6</b> Estadísticos descriptivos de la huella ecológica (hectáreas globales).....	40
<b>Tabla 7</b> Estadísticos descriptivos del PIB per cápita (US\$ a precios constantes 2010) .....	42
<b>Tabla 8</b> Estadísticos descriptivos del consumo de energía eléctrica per cápita .....	44
<b>Tabla 9</b> Prueba ADF para las series en niveles y diferencias.....	46
<b>Tabla 10</b> Sistema VAR Test Johansen .....	47
<b>Tabla 11</b> Prueba de traza .....	47
<b>Tabla 12</b> Prueba del autovalor máximo.....	48
<b>Tabla 13</b> Sistema VECM Huella Ecológica (Hectáreas Globales) .....	49
<b>Tabla 14</b> Sistema VECM PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010).....	50
<b>Tabla 15</b> Sistema VECM PIB per cápita.....	52
<b>Tabla 16</b> Causalidad de Granger .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Figura 1</b> Relación inversa entre degradación ambiental y crecimiento económico..	11
<b>Figura 2</b> Relación directa entre degradación ambiental y crecimiento económico ..	11
<b>Figura 3</b> Relación U invertida entre degradación ambiental y crecimiento económico .....	12
<b>Figura 4</b> Relación U abierta entre degradación ambiental y crecimiento económico .....	12
<b>Figura 5</b> Relación forma de N entre degradación ambiental y crecimiento económico .....	13
<b>Figura 6</b> Relación forma opuesta de N entre degradación ambiental y crecimiento económico .....	13
<b>Figura 7</b> Evolución de la huella ecológica (hectáreas globales) .....	38
<b>Figura 8</b> Evolución del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010) .....	41
<b>Figura 9</b> Evolución del consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab) .....	43

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

### CARRERA DE ECONOMÍA

**TEMA:** “CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA AFECTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR”.

**AUTORA:** Angela de las Mercedes Arévalo Paredes

**TUTOR:** Econ. Álvaro Hernán Vayas López

**FECHA:** Febrero 2024

### RESUMEN EJECUTIVO

La problemática de los cambios climáticos y sus respectivas consecuencias con la economía son, en la actualidad, un tema de interés. El objetivo del estudio es analizar la relación entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador con la aplicación de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) en el periodo 2008-2018 trimestralizado, y establecer la relación con la contaminación ambiental, misma que intenta demostrar, a corto plazo, que el crecimiento económico causa un mayor daño en el ambiente. Tras una revisión de la literatura se eligió estimar la huella ecológica como variable dependiente con respecto al PIB per cápita y el consumo de energía eléctrica per cápita, como variables independientes. Los datos fueron recolectados de fuentes oficiales como el Banco Mundial (BM), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por medio del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS). La metodología es de carácter cuantitativo; para la recepción de los datos se diseñó una ficha de registro de datos secundarios, basada en la técnica de análisis documental; primero, con un análisis descriptivo, se evaluó el comportamiento de cada una de las variables estudiadas, apoyado en el software “SPSS”; Se complementó el estudio con un análisis explicativo mediante una modelación econométrica, aplicando pruebas de raíz unitaria; pruebas de cointegración de Johansen; modelo VECM y test de causalidad de Granger con el software “RStudio”. Con base en los resultados obtenidos se determinó que existe diferencia estadística entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador, confirmando causalidad bidimensional por parte de las variables.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** CRECIMIENTO ECONÓMICO, CONTAMINACIÓN, HUELLA ECOLÓGICA, PIB PER CÁPITA, ENERGÍA ELECTRICA.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**

**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING**

**CAREER OF ECONOMICS**

**TOPIC:** “ECONOMIC GROWTH AND ENVIRONMENTAL IMPACT IN ECUADOR”.

**AUTHOR:** Angela de las Mercedes Arévalo Paredes

**TUTOR:** Econ. Álvaro Hernán Vayas López

**DATE:** February 2024

**ABSTRACT**

The issue of climate change and its respective consequences on the economy is currently a topic of interest. The objective of the study is to analyze the relationship between economic growth and environmental impact in Ecuador with the application of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis in the period 2008-2018 quarterly, and to establish the relationship with environmental pollution, which attempts to demonstrate, in the short term, that economic growth causes greater damage to the environment. After a review of the literature, it was chosen to estimate the ecological footprint as a dependent variable with respect to GDP per capita and electricity consumption per capita, as independent variables. Data were collected from official sources such as the World Bank (WB), Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Ministry of Environment, Water and Ecological Transition (MEWET) through the National System of Environmental Indicators and Sustainability (NSEIS). The methodology is of a quantitative nature; for the reception of the data, a secondary data registration form was designed, based on the documentary analysis technique; first, with a descriptive analysis, the behavior of each of the variables studied was evaluated, supported by the "SPSS" software; the study was complemented with an explanatory analysis through an econometric modeling, applying unit root tests; Johansen's cointegration tests; VECM model and Granger causality test with the “RStudio” software. Based on the results obtained, it was determined that there is a statistical difference between economic growth and environmental impact in Ecuador, confirming two-dimensional causality between the variables.

**KEYWORDS:** ECONOMIC GROWTH, POLLUTION, ECOLOGICAL FOOTPRINT, GDP PER CAPITA, ELECTRICITY.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

En la actualidad la demanda humana requiere de recursos y servicios que se derivan del ecosistema para garantizar la sostenibilidad y satisfacer la mayoría de las necesidades para un óptimo desarrollo (Olivares Mendoza & Hernández Rodríguez, 2021). Por otra parte, el crecimiento de la economía mundial durante los últimos años ha generado un incremento en la contaminación, porque actividades de tipo antropocéntricas y falta de concientización provocan el desgaste de los recursos naturales y daños latentes en el medio ambiente (Magazzino, 2023).

Además, en gran parte del mundo los efectos que se generan sobre el medio ambiente, ligado con el crecimiento económico, se dan por los procesos de sobre producción, incremento industrial y lo relacionado al consumo excesivo de energía (Kazemzadeh et al., 2022). A estas condiciones se le añade la presencia de una elevada densidad poblacional, por lo que se puede hablar de que, si los ingresos per cápita se incrementan, aún mayor es la demanda de recursos o materia prima y a la vez genera mayor cantidad de residuos (Dogan et al., 2020).

No obstante, en América Latina también el crecimiento económico provoca cambios en la estabilidad y sostenibilidad de los recursos naturales, estadísticamente, se describe alrededor de 60.8% en la pérdida de vegetación anual debido al excesivo consumo energético y de recursos para industrialización (Olivera & Segarra, 2021), por lo que, sus consecuencias son asimétricas y muy significativas sobre el consumo energético y gasto de recursos minerales o naturales entre países y los diferentes grupos socioeconómicos (Ulucak & Bilgili, 2018). Y en efecto, la evidencia describe impactos negativos y con una economía altamente dependiente de energía y recursos medioambientales para su desarrollo y crecimiento (Torres & Ferreira, 2019).

Esto evidencia una ineficiencia energética, demostrando un consumo excesivo de los recursos naturales, en especial de los no renovables que son los que se escasean rápidamente en el país (Argothy et al., 2023). Aunque en varios países

latinoamericanos ya se incorporaron políticas de economía en base a la sostenibilidad ambiental y de recursos naturales, los esfuerzos aún son limitados (Ahmad et al., 2020), y es necesario visualizar la dinámica económica ambiental que posee cada uno de los países y sectores económicos, con la finalidad de verificar si existe o no una relación marcada entre crecimiento económico y la afectación al medio ambiente (Gómez-Segura et al., 2021).

Bajo estas consideraciones, Ecuador no se aleja de esta realidad ya que mantiene una economía que requiere de la utilización de los recursos medioambientales y durante los últimos años se consolida aún más dependiente de los recursos no renovables, además, el consumo energético es elevado, por lo que, se refleja un débil compromiso con aplicar una economía en base a la protección del ambiente.

De esta manera, según Charfeddine (2017) al incrementar el consumo de energía y la utilización de recursos naturales, pone en riesgo y eleva inicialmente la degradación ambiental, por lo que, representa un impacto negativo para el medio ambiente y los recursos naturales del país. Además, se visualiza una reducción a nivel nacional del 4,18% del VAB, y un aumento del 11,54% del consumo total de energía (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2016), y se considera que de las actividades económicas que existen la mayor parte de ellas generan contaminación al ambiente, tomando en cuenta que hasta el 2018 el 75.18% no cuentan con todos los permisos requeridos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2019) las actividades que representan ganancias económicas y que no contaban con sus permisos actualizados hasta el 2019, no todos mejoraron estas condiciones, además, existen actividades que han empeorado la contaminación y en la línea económico-ambiental persisten ciertas limitaciones que deben ser atendidas, como la baja producción ambiental y la mediana gestión de los procesos para eliminar o reducir los contaminantes ambientales (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2018). Es así, que el Ministerio del Ambiente busca implementar nuevos hábitos ambientales como ejes fundamentales para la reducción de Huella Ecológica y la construcción de un Ecuador más sostenible con el medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2019),

pero es indispensable que exista un mayor compromiso para que las políticas puedan ser ejecutadas conforme a las necesidades presentes.

## **1.2 Justificación**

### ***1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica***

El crecimiento económico es de suma vitalidad para que cada uno de los países mejoren significativamente sus niveles de vida, aunque, por otra parte, se ha determinado como un factor condicionante que degrada la calidad del medio ambiente (Taylor Adu & Kwaku Denkyirah, 2019). Las actividades netas de desarrollo económico casi siempre excluyen los efectos que deterioran al medio ambiente, desencadenando un riesgo irreversible (Naqvi et al., 2021). Por otra parte, la energía es fuente prioritaria como insumo de producción, y es necesario para un eficiente crecimiento de la economía. Sin embargo, esta necesidad inevitable en el consumo de energía conlleva impactos negativos lo que desencadena una paradoja entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente (Souza Freire et al., 2023), y es aquí, donde nace la necesidad de buscar alternativas seguras y sostenibles.

Además, de acuerdo con Amegavi & Langnel (2020) la sociedad demanda espacios y entornos que sean sostenibles y saludables con relación al incremento de sus ingresos, y esto puede reflejarse, si existe mejoramiento en las políticas económicas y medioambientales, seguido de gobiernos que impulsen controles más rigurosos y estrictos. En este sentido, es necesario ejercer investigaciones complementarias para establecer críticamente la relación que existe entre los niveles de consumo energético, consumo de recursos, desarrollo económico y el desgaste medioambiental, tomando en cuenta los diferentes factores que esto implica (Argothy et al., 2023). Por lo que, la curva ambiental permite identificar el nivel de huella ecológica con relación al crecimiento económico de un país, región, estado y de acuerdo con sus actividades monetarias.

Además, en países latinoamericanos la huella ecológica constituye el primer paso para el análisis del proceso económico relacionado con el medioambiente, con la finalidad de describir el estado real de las condiciones y factores que interfieren en las estadísticas de emisión de contaminación, gastos medioambientales, y tendencias

económico-ambientales (Apablaza & Contreras, 2016). Bajo estos criterios, al conocer esta relación, permite crear o fortalecer indicadores de sostenibilidad basados en políticas ambientales para garantizar un desarrollo económico eficiente mientras se conserva los recursos (Danish et al., 2019), por lo que, disminuir la contaminación ambiental relacionado con los procesos de desarrollo y crecimiento en la economía es un compromiso que pocos países realizan con eficiencia.

En cuanto al aporte metodológico, la investigación se basa en fuentes secundarias. La primera fuente es el Banco Mundial, que ayuda con información de datos confiables a nivel mundial de variables macroeconómicas. Como segunda fuente a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), como su nombre dice es una comisión que busca ayudar al desarrollo económico con la recopilación de datos de manera periódica. Como tercera fuente al Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por medio del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS), que es una entidad que trata de fomentar el uso de prácticas medioambientales a empresas de todo el país para el uso de los recursos de manera eficiente.

La investigación tendrá un enfoque cuantitativo porque se buscará determinar la diferencia estadística entre el crecimiento económico (variable exógena) y afectación ambiental (variable endógena) para el Ecuador, permitiendo así el cumplimiento de los objetivos planteados. Esta información ayudara a incorporar estudios descriptivos y correlacionales por medio de métodos numéricos, analíticos y econométricos.

Finalmente, en la práctica, el estudio tendrá su contribución dentro de la economía ambiental, ya que con los resultados obtenidos ayudará tanto al gobierno nacional como a la población, a efectuar políticas más solventes, prácticas y compromisos sólidos entre el desarrollo económico y la utilización moderada de los recursos, acompañados de nuevas estrategias que no sean invasivas para el ecosistema y de esta forma impulsar un desarrollo sostenible, sólido económicamente, y comprometido con la conservación de los recursos. Y puede ser base para nuevas investigaciones y la creación o aplicación de ideas innovadoras para el crecimiento y desarrollo en donde se reduzca el desgaste de los beneficios naturales del planeta.



### ***1.2.2. Formulación del problema de investigación***

¿Cuál es la diferencia estadística del crecimiento económico y la afectación ambiental en el Ecuador en el periodo 2008 - 2018?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Analizar la diferencia del crecimiento económico y la afectación ambiental en el Ecuador.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Examinar el crecimiento económico y la afectación ambiental del Ecuador para entender su comportamiento durante el periodo 2008 – 2018.
- Determinar el efecto del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Ecuador durante el periodo 2008 – 2018.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Revisión de literatura

##### *2.1.1 Antecedentes investigativos*

En un mundo cada día afectado por los cambios ambientales, los países deben desempeñar un rol central en la determinación de la estabilidad futura de la biosfera. Si bien el consumo global de la capacidad de los recursos ha incrementado durante los últimos 45 años, estudios demuestran a nivel mundial que esta demanda medida por la huella ecológica creció en países desarrollados y se mantiene constante en países de medios y bajos ingresos (Ravallion et al., 2000). Además, se recalca que las consecuencias medioambientales son el resultado de las actividades económicas que con el tiempo se fue modificando la capacidad de generar ingresos y estos necesitaron de un mayor consumo de los recursos de la naturaleza (Al-Mulali et al., 2014). En este sentido, el consumo incrementa en países en donde sus ingresos son elevados y con ello juega un papel dominante la población, pues el consumo que está influye fundamentalmente en la sostenibilidad medioambiental (Catalán, 2014).

Otras investigaciones como las de Correa (2004) establecieron que el crecimiento económico siempre está ligado con mínimas y en ciertas ocasiones con elevados niveles de contaminación medioambiental, de tal manera, el enfoque económico en el contexto del medio ambiente se desglosa de situaciones relacionadas con la contaminación de las aguas, el desgaste de la capa de ozono, la sobreexplotación de los bloques y el cambio constante del clima en el planeta. En este contexto, el enfoque de tipo económico hace referencia a los países desarrollados que pueden aportar a la reducción de la contaminación, sin embargo, sus pilares de consumo son dañinos porque su excedente genera un impacto negativo (Auci & Becchetti, 2006). Por lo que, se debe buscar un buen equilibrio entre el consumo de la energía y demás recursos con la calidad de vida de la población (Liu, 2008).

Es importante resaltar que la economía de Finlandia al efectuar la combinación de la huella ecológica al análisis económico del país para determinar la estructura

económica que ocasionaba la sobre utilización de los recursos naturales, logró diagnosticar que los incrementos del PIB y la huella ecológica eran diferentes subsistemas económicos (Wang et al., 2013). Por lo que, este aspecto fue previamente descartado por los indicadores agregados a nivel de país, ya que la producción y consumo de los productos primarios como madera, papel, cultivos y energía incrementaron gradualmente la huella ecológica (Martínez et al., 2014). Lo que no pasaba con el crecimiento del PIB, pues su incremento se vio reflejado por la demanda de servicios comerciales y empresariales, sin embargo, luego de varios análisis a largo plazo, el crecimiento del consumo tuvo como resultados marcados un incremento en los impactos medioambientales (Zheng et al., 2015).

La gran dependencia de la población hacia los productos y servicios de los recursos del planeta sigue incrementándose año con año, es así como, la huella ecológica determina la apropiación de un ecosistema a una escala de tipo regional (Robalino-López et al., 2015). Estudios realizados para una comparación de la huella ecológica a nivel de 13 países, demostraron que la población no influye en la huella ecológica de forma negativa, dado que después de las acciones de consumo pueden generarse actividades de reutilización, reducción del consumo de energía, entre otros y con ello se puede incidir en la reducción de la huella ecológica de un estado (Padilla Sierra, 2015). Por otra parte, se describe que la mayoría de la huella ecológica, la tan mencionada tierra verde, se encuentra en el continente americano con un total de 7,6 hectáreas globales, haciendo de esta tierra la más productiva y rica en recursos naturales (Apablaza & Contreras, 2016).

La huella ecológica y la geografía requerida para satisfacer necesidades vitales de la población son muy diferentes en cada uno de los países, aunque estos demuestren un mismo consumo y en ocasiones mala utilización de los recursos, autores como Mrabet & Alsamara (2017) concluyen que países desarrollados como Estados Unidos y Japón tiene la huella más grande a nivel mundial, en consecuencia, la huella ecológica se encuentra estrechamente relacionada con los ingresos per cápita (Destek & Sarkedie, 2019). En tanto, la comparación de la huella ecológica y el consumo de energía permite otorgar una clasificación a los países como deudores ecológicos de acuerdo con su nivel de impacto negativo hacia el medio ambiente por las actividades económicas que se realice (Sánchez, 2017). Esta clasificación es un análisis de tipo cronológico que se

efectúa anualmente a nivel nacional y con ello se obtiene una visión de los activos ecológicos apropiados por la población frente a la dotación ecológica que ofrece la naturaleza (Ulucak & Bilgili, 2018).

Si el Producto Interno Bruto se eleva y sobrepasa el pico determinado, este se considera como una disminución del balance en la huella ecológica, si estos aplican mejor sus estrategias de conservación, con ello, dejan de ser países denominados como deudores ecológicos (Bello et al., 2018). En los últimos años, existe evidencia que gobiernos e inversionistas de los países con un elevado PIB juegan un rol crucial en el impacto medioambiental, pues influyen mucho para la sostenibilidad y la igualdad en el desarrollo y crecimiento económico de los países en vías de desarrollo (Cetin, 2018). De forma particular, la dinámica que se desarrolla en el mercado internacional y la concentración de los poderes económicos mejoran la transferencia de la biocapacidad, es decir, permiten la adquisición de tierras agrícolas, esto depende de la necesidad real de la biocapacidad, expresada por el balance de la huella ecológica nacional (Rahman et al., 2018).

Bajo este mismo contexto, en países latinoamericanos, autores como Taylor Adu & Kwaku Denkyirah (2019) al analizar la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental a través de la huella ecológica mediante la aplicación de la curva de Kuznets y al establecer medidas paramétricas de emisión de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía, densidad poblacional, se describieron resultados en donde se visualizan que los niveles de crecimiento económico a nivel inicial generan un mayor grado de contaminación y estas van disminuyendo conforme los procesos culminan sus etapas (Hassan et al., 2019), esto ratifica la necesidad de controlar los procesos en la generación de capital económico para que sus efectos sean nocivos al ambiente y exista un equilibrio entre el desarrollo económico y su impacto en la huella ecológica. Por su parte, estudios relacionados exponen resultados en donde existe una influencia marcada del nivel de ingresos sobre el desgaste medioambiental, afirmando que en Sudamérica los casos son más palpables con relación a la contaminación ambiental a consecuencia del sustento de las actividades económicas (Destek & Sarkodie, 2019).

En tanto, se conoce que la demanda de energía año con año incrementa su demanda, si la satisfacción de esta se direcciona al consumo de recursos de tipo no renovables,

el ecosistema agotaría su capacidad y no sería capaz de abastecer a los requerimientos de las actividades económicas (Ahmad et al., 2020). Por tanto, son necesarias y urgentes y prioritarias las estrategias y medidas que se enfoquen a una correcta utilización de la energía para reducir impactos negativos tanto en el desarrollo económico como en el espacio medioambiental (Amegavi & Langnel, 2020). Y Torres & Ferreira (2019) ratifican que la estructura energética del siglo XXI debe buscar alternativas de desarrollo económico a través de fuentes de tipo renovable con evaluación a largo plazo de los impactos que estas alternativas generen.

Según como se desarrolle la economía, esta puede representar un incremento de la renta per cápita, y los daños que ocasionen al medio ambiente pueden ser mayores, hasta alcanzar un determinado nivel de renta (Ansari et al., 2020). A nivel nacional, la huella ecológica se presentó con un consecuente superávit ecológico, puesto que la biocapacidad del territorio sobrepasa la demanda de recursos, sin embargo, en los últimos años esta ha ido disminuyendo (Portilla et al., 2014), en otras palabras, la población ecuatoriana ha incrementado y la biocapacidad ha disminuido y por ende el sistema de tipo productivo afectó directamente al ecosistema nacional mismo que han sido provocadas por la contaminación de las actividades industriales (Guarín, 2022). En tal sentido, Ecuador ha generado políticas de protección medioambiental y según datos generados por el ranking mundial de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de energía, el país continúa en el proceso de disminución de emisiones por toneladas métricas y per cápita de 45583 en el año 2015 a 33279 en el 2020 en lo que tiene que ver toneladas métricas totales y 2,64 en el año 2015 a 1,92 en el año 2020 en lo que se refiere a toneladas métricas per cápita (Solórzano et al., 2022).

De tal forma, en investigaciones recientes se visualiza el compromiso de los países por lograr la sostenibilidad a través de la implementación de políticas viables, medibles y de acuerdo con las necesidades, así con ello garantizar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (de Souza Freire et al., 2023). Además, investigaciones sobre la relación del crecimiento económico y el desgaste medioambiental sostienen que el objetivo de cambio climático incluye una propuesta para reducir los daños ambientales por causas de desarrollo económico al menos a un 40%, en donde prevalezca la economía rentable y amigable con el planeta (Aydin et al., 2023). En tanto, Argothy et al. (2023) ratifican que las instituciones



gubernamentales juegan un papel indispensable en la formulación y gestión de las regulaciones ambientales, pues, un estudio realizado para examinar la relación entre democracia, regulaciones ambientales, crecimiento económico y huella ecológica en un grupo de países del G7 indicó que el crecimiento económico aumenta la huella ecológica, mientras que las regulaciones democráticas y ambientales contribuyen positivamente a la sostenibilidad ecológica al reducir la huella ecológica (Moreno, 2023).

Finalmente, ante estos diversos resultados, análisis y hallazgos que se sustentan durante los últimos años con respecto al crecimiento económico y el deterioro medioambiental, es aún notorio, la carencia de estudios con mayor profundidad a nivel regional, de aplicación de propuestas locales, nacionales, internacionales que fortalezcan aún más el equilibrio y la sostenibilidad de las variables descritas.

### ***2.1.2 Fundamentos teóricos***

#### **Curva ambiental de Kuznets**

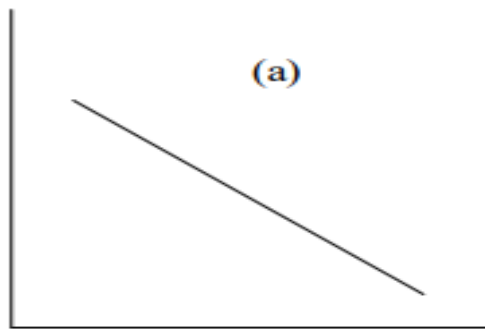
Simon S. Kuznets, ganador del tercer premio Nobel de Economía, desempeñó un papel crucial en la transformación de la economía, que pasó de ser una disciplina especulativa e ideológica a una ciencia social empírica. Tuvo como mentor a Wesley Clair Mitchell, fundador de la Oficina Nacional De Investigación Económica (NBER), que fue su profesor en la Universidad de Columbia y director de investigación de 1920 a 1946 (Fogel, 2000).

Kuznets desarrollo una teoría para explicar la evolución de la distribución de la renta a través del crecimiento económico. Analizó la relación entre crecimiento y la teoría que veneciana del hola ahorro utilizando elementos estadísticos y econométricos. Él sugirió que las economías comienzan con una distribución de la renta relativamente igual, pero se vuelven más desiguales a medida que crecen, hasta alcanzar un nivel máximo de desigualdad. Después de este punto, a medida que aumenta la renta per cápita, la equidad empieza a mejorar, es así como en 1955 se formuló la hipótesis de la Curva De Kuznets (KC) (Cuevas & Santos, 2006).

Como se muestra en las siguientes figuras la relación que toman las dos variables es dependiendo de los coeficientes que tenga cada ecuación, teniendo así los siguientes casos:

### **Figura 1**

*Relación inversa entre degradación ambiental y crecimiento económico*

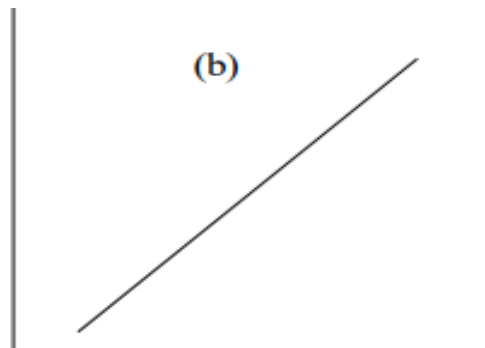


*Nota.* Figura de relación inversa entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

Cuando  $\beta_1 < 0$  y  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , hay una relación lineal monótona decreciente, es decir, el ingreso se relaciona a niveles decrecientes de emisiones.

### **Figura 2**

*Relación directa entre degradación ambiental y crecimiento económico*

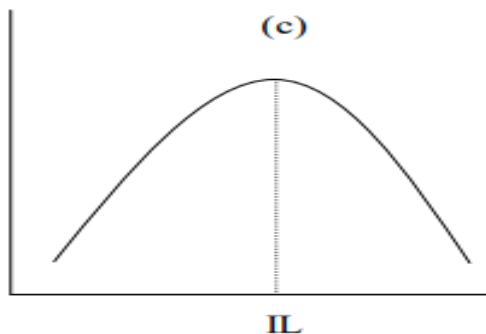


*Nota.* Figura de relación directa entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

Cuando  $\beta_1 > 0$  y  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , hay una relación lineal monótona creciente, es decir, el ingreso se relaciona a niveles crecientes de emisiones.

### Figura 3

*Relación U invertida entre degradación ambiental y crecimiento económico*

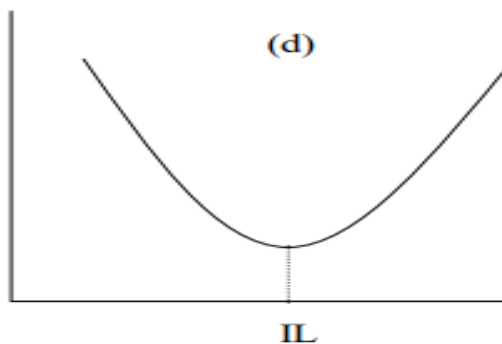


*Nota.* Figura de relación U invertida entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

Cuando  $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$  y  $\beta_3 = 0$ , hay una relación cuadrática que representa la CAK, entonces el ingreso y el deterioro ambiental aumentan hasta el punto de que empieza a disminuir.

### Figura 4

*Relación U abierta entre degradación ambiental y crecimiento económico*

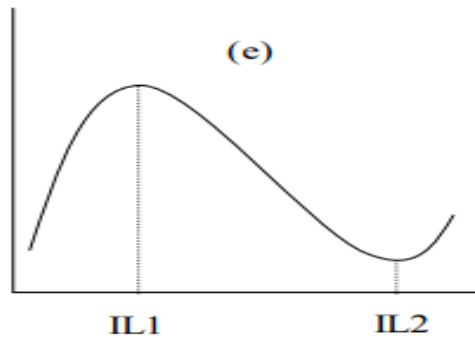


*Nota.* Figura de relación U abierta entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

Cuando  $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$  y  $\beta_3 = 0$ , hay una relación cuadrática en forma de U, en donde el ingreso y el deterioro ambiente baja hasta el punto de que empieza a crecer.

### Figura 5

*Relación forma de N entre degradación ambiental y crecimiento económico*

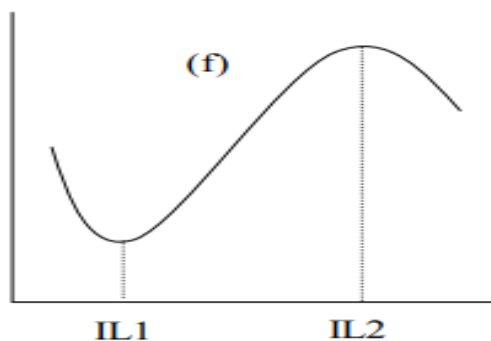


*Nota.* Figura de relación forma de N entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

Cuando  $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$  y  $\beta_3 > 0$ , hay una relación cúbica polinomial representada en forma de N, quiere decir que el ingreso y el deterioro ambiental aumenta hasta que disminuye y luego crece de nuevo.

### Figura 6

*Relación forma opuesta de N entre degradación ambiental y crecimiento económico*



*Nota.* Figura de relación forma opuesta de N entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Fuente: Gitli & Hernández (2002).

$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$  y  $\beta_3 > 0$ , hay una relación cúbica polinomial opuesta a la curva en forma de N, quiere decir que primero disminuye el deterioro ambiental junto al crecimiento, para que luego de cierto punto el deterioro disminuya.

## **Variable Dependiente: Huella ecológica**

### ***Teoría de la huella ecológica***

La huella ecológica es un indicador medioambiental sencillo y fácil de utilizar que permite evaluar la dependencia humana de la naturaleza. Este parámetro medioambiental está diseñado para expresar los niveles de consumo y producción de residuos en términos de superficie terrestre. Al hacerlo, revela la tierra que necesitan los individuos, las ciudades, las regiones o los países para satisfacer sus necesidades materiales, energéticas y de suelo, así como para dar cabida a los residuos resultantes (Moreno López, 2005).

El concepto de HE fue creado por Mathis Wackernagel, investigador suizo, junto con su director de tesis William Rees y su equipo de la Universidad de Columbia Británica en Vancouver. Vieron la necesidad de desarrollar una herramienta de medición que pudiera evaluar la sostenibilidad de nuestras acciones (Sempere & Tello, 2008). Esto quiere decir que es la huella que dejan los seres vivos cuando utilizan una determinada cantidad de recursos naturales para satisfacer sus necesidades.

En otras palabras, la teoría de la huella ecológica se basa en la comprensión de que todos tenemos un impacto medioambiental cuando consumimos productos y servicios del planeta. También reconoce que, para que los seres humanos vivamos de forma sostenible, se debe reconocer que no es posible utilizar los productos y procesos esenciales de la naturaleza a un ritmo más rápido del que pueden regenerarse.

### ***Dimensión de la huella ecológica***

Se calcula que aproximadamente una cuarta parte de la superficie de la Tierra es biológicamente productiva, lo que equivale a unos 13.400 millones de hectáreas de tierra y mar. De ellas, el 90% se destinaría al uso humano y el 10% a la preservación de otros seres vivos. “Para el año 1961 se estimaba que la huella ecológica mundial equivalía al 70 por ciento de la capacidad de regeneración de la tierra. En la década de los ochenta llegó al 100 por ciento y en la década siguiente excedió la disponibilidad planetaria” (Lara Arzate et al., 2012, p. 7).

Para Martín Palmero et al. (2004) la HE aumenta de la siguiente forma:

La huella ecológica de una nación o de una comunidad en particular aumenta a medida que se incrementa su demanda de (1) reservas regionales y globales de capital natural (por ejemplo: biodiversidad, recursos renovables y no renovables), y (2) vertederos para depositar sus desperdicios (bosques capaces de asimilar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles, vertederos para asimilar la polución de los residuos urbanos, etc). (p. 8)

Sin duda, esto implica que la tierra puede tardar más de un año en regenerar lo que la población consume en un año, por tanto, muchos países tienen un exceso de capacidad biológica.

### *Cálculo de la huella ecológica*

Las Cuentas Nacionales de la Huella Ecológica hacen un seguimiento de la demanda humana de recursos y servicios ecológicos, clasificándolos en seis tipos principales de usos de suelo (tierras de cultivo, tierras de pastoreo, bosques, zonas de pesca, superficie construida y áreas para absorción de carbono). La HE de cada tipo de uso del suelo se determina sumando las contribuciones de varios productos específicos. La zona urbana edificada refleja la productividad invertida en infraestructuras y energía hidroeléctrica (Portilla et al., 2014).

### **Tabla 1**

#### *Tipos de terrenos productivos para el cálculo de la huella ecológica*

---

<b>Cultivos</b>	Superficie más productiva con la actividad agrícola.
<b>Pastos</b>	Área de pastoreo de ganado, menos productiva.
<b>Bosques</b>	Superficie forestal, tanto natural como objetivo de repoblación.
<b>Mar productivo</b>	Área marina que sea productivo y utilizada por el hombre.

**Terreno Construido**

Áreas con construcción e infraestructuras que son utilizadas por lugares degradados.

**Área de absorción de CO2**

Área que viene de combustibles fósiles quemados y producción de cemento.

---

*Nota.* Descripción de los tipos de terrenos para calcular la huella ecológica. Fuente: Euskadi (2019).

La medida de la superficie es en hectáreas globales por persona, que son hectáreas de productividad biológica media. Si se multiplica la huella ecológica de un país por la población y la dividimos por la superficie, podemos determinar el número de países idénticos que necesita un país para mantener su modo de vida (Sempere & Tello, 2008).

La forma más básica de calcular la HE es mediante la ecuación:

$$EF = D/Y \quad [1]$$

Donde:

**D** = Demanda anual de un producto

**Y** = Rendimiento anual del mismo producto expresado en hectáreas globales

Luego, la ecuación de la HE se convierte en:

$$EF = \left( \frac{P}{YN} \right) * YF * EQF \quad [2]$$

Donde:

**P** = Cantidad de un producto cosechado o desecho generado

**YN** = Rendimiento promedio nacional para P

**YF y EQF** = Factores de rendimiento y de equivalencia (Portilla et al., 2014, p. 61).

## ***Biocapacidad***

La biocapacidad global se refiere a la capacidad de los ecosistemas de todo el mundo para proporcionar los servicios medioambientales y los recursos naturales necesarios para la humanidad. A esto se añade la producción de materiales biológicamente útiles y la absorción de dióxido de carbono. Incluso se define como la capacidad regenerativa de la naturaleza, también como una medida de la superficie de tierra y agua biológicamente productiva disponible para proporcionar recursos para las personas (Andrade & Défaz, 2016).

En otras palabras, se refiere a la capacidad de los ecosistemas para proporcionar los servicios medioambientales y los recursos naturales necesarios para el uso humano, incluida la producción de materiales y la absorción de residuos como las de emisiones de CO<sub>2</sub>, es así como tanto la huella ecológica como la biocapacidad se mide en hectárea global (hag) (Euskadi, 2019).

El cálculo de la biocapacidad para un país es:

$$\mathbf{BC = A * YF * EQF} \quad [3]$$

Donde:

**BC** = Biocapacidad

**A** = Área disponible para uso de suelo determinados

**YF y EQF** = Factores de rendimiento y equivalencia. (et al., 2014, p. 62)

## **Variable Independiente 1: PIB Per cápita**

### ***Economía***

El origen de la palabra economía proviene del griego “oikonomos”, donde “Oikos” significa casa y “Nomos” administración, esto quiere decir que es la administración de la casa (Mankiw, 2017, p.3).



La economía es una ciencia con conceptos extensos, el padre de la economía Adam Smith en su obra publicada en 1776 menciona el tema como la búsqueda de intereses individuales y el intercambio dinámico dentro de un entorno de mercado no regulado que tienen como resultado el avance y la mejora general de la sociedad (Rubio Cebrián, 2012).

Greco (2009) menciona conceptos de algunos economistas relevantes en la historia, para Alfred Marshall la economía es una ciencia positiva que pretende establecer leyes coherentes para predecir y controlar los acontecimientos reales. En cambio, para Milton Friedman, era el conjunto de mercados interconectados, organizados de forma libre, centralizada o mixta, que se relacionan con el bienestar material de los seres humanos. Y para Paul Samuelson simplemente era el estudio de la riqueza.

Por tanto, entender el concepto de economía se refiere a que está relacionada con la forma en que los individuos de una sociedad gestionan y asignan sus recursos. Esto incluye considerar la relación entre ganar y gastar dinero, que es una parte importante de nuestra vida cotidiana (Sarmiento et al., 2018). Es así como ha generado importancia en la sociedad porque la gente toma decisiones económicas relativas a la distribución de la renta, como la compra de bienes y la obtención de empleo para ganar dinero.

En otras palabras, la economía es una ciencia social que estudia el comportamiento de los individuos, también es la administración de los recursos escasos para satisfacer las necesidades individuales o colectivas de una sociedad.

### ***Macroeconomía***

El significado de macroeconomía proviene del griego “Makro” que significa grande. Dentro de los procesos económicos, esta rama describe y explica acerca de la repercusión en los agregados, mientras que, los agregados son grupos de sujetos económicos con características compartidas (Kunst, 2006).

Mankiw (2017) define a la macroeconomía como él, “Estudio de los fenómenos de toda la economía, como el desempleo, la inflación y el crecimiento económico” (p. 27). Por lo tanto, estudia la situación económica global para anticipar y abandonar

posibles acontecimientos económicos, donde se evalúa la situación económica de cada país para extraer conclusiones de política económica.

Por su parte, Sarmiento et al., (2018) mencionan que:

La macroeconomía se centra en el estudio del comportamiento global del sistema económico de un país reflejado en un número determinado de variables, como el producto total de una economía, el empleo, la inflación, las relaciones internacionales, etc. (p. 5)

Sin duda, la macroeconomía es una ciencia joven e imperfecta, con una capacidad de predicción, sin embargo, los macroeconomistas comprenden bien cómo funcionan las economías, lo que resulta útil para explicar los acontecimientos económicos y dar forma a la política económica (Mankiw, 2020).

### ***Producto Interno Bruto***

El producto interno bruto (PIB) es un indicador que permite medir el crecimiento económico, además del valor de los servicios finales y la producción de bienes de un país en un cierto tiempo. “El objetivo del PIB es resumir todos los datos en una única cifra que representa el valor monetario de la actividad económica en un determinado periodo de tiempo” (Mankiw, 2020, p. 68).

La ecuación que corresponde al PIB es una identidad, Mankiw (2017) la expresa de la siguiente forma:

$$Y = C + I + G + XN \quad [4]$$

Donde:

**Y = PIB**

**C = Consumo de bienes y servicios de los hogares**

**I = Inversión de producción para crear bienes y servicios**

**G = Compras del gobierno para bienes y servicios**

**XN** = Exportaciones netas. (p. 488)

Su cálculo es de la suma del valor monetario total de todos los bienes y servicios finales producidos de un país en periodo concreto, normalmente un año. Se reflejan en términos monetarios por el precio de mercado de los distintos bienes y servicios (Tavera Camacho, 2020).

### ***PIB Per cápita***

El PIB per cápita es una medida para saber el desarrollo de un país. Se calcula dividiendo el PIB de un país por su población. Esta medida proporciona una idea de valor de la producción por persona o de la renta que recibe cada persona del país (Sarmiento et al., 2018).

La fórmula para calcular es la siguiente:

$$\text{PIB per cápita} = \frac{\text{PIB}}{\text{Población}} \quad [5]$$

En definitiva, permite evaluar el nivel de prosperidad o riqueza de la población, aunque no es fiable por la desigualdad económica que existe con la población. Este valor ayuda a conocer el crecimiento de las economías, teniendo en cuenta las cuentas nacionales (Padilla Sierra, 2015)

## **Variable Independiente 2: Consumo de energía eléctrica per cápita**

### ***Energía eléctrica***

La energía eléctrica es la que más se ocupa en los hogares e industrias. Aunque la electricidad no se comprendió plenamente hasta el siglo XVII, cuando los científicos de ese tiempo empezaron a estudiar y comprender su generación, la palabra electricidad tiene su origen en la palabra griega que designa el ámbar, una resina fósil capaz de atraer pequeños objetos tras frotarla con un paño (Keljik, 2011).

La electricidad es muy útil en nuestro mundo, puesto que puede convertirse fácilmente en otras formas de energía. Generar electricidad esencial para nuestra vida cotidiana y nuestra comodidad, dado que nos permite transportarla y utilizarla para diversos

aparatos (Comisión Nacional de Energía & Club Español de la Energía, 2002). Es así como la electricidad es una forma de energía muy utilizada en las sociedades desarrolladas, que alimenta la mayoría de las máquinas y aparatos que utilizamos.

### ***Energías renovables***

La energía renovable, también denominada energía alternativa o blanda, engloba una serie de fuentes de energía que se reponen de forma natural y son casi inagotables a lo largo del tiempo (Creus Solé, 2014).

La energía tiene fuentes alternas, entre ellas son:

*Biomasa:* Procede del sol, pero de un grupo de materia biológicamente renovable como madera, carbón vegetal y se puede encontrar en estado sólido.

*Eólica:* Viene del viento movimiento de las palas de un aerogenerador.

*Hidráulica:* Energía del agua que viene de ríos y las plantas hidroeléctricas que contienen turbinas y generadores la expulsan para generar un bajo nivel de energía.

*Oceánica:* Energía que proviene de las mareas, olas y corrientes marinas.

*Solar:* Proviene de la radiación solar que las térmicas solares y plantas fotovoltaicas las utilizan.

*Fusión nuclear:* Energía causada cuando la unión entre átomos se libera.

En otras palabras, las energías renovables se producen de forma continua y sostenible, a diferencia de los combustibles fósiles, que tienen reservas limitadas y acabarán agotándose. Estas energías se reponen constantemente y se consideran inagotables a escala humana (Schallenberg Rodríguez et al., 2008).

### ***Consumo de energía***

El consumo responsable sobre la electricidad, acerca de la propia actividad de consumir, es extensa, por eso la Fundación Gondwana para el Desarrollo Sostenible (2008) la divide en tres bloques:

*Un consumo ético:* Colocar valores razonables al momento de consumir un producto.

*Un consumo ecológico:* aplicación del movimiento ecologista Reducir, Reutiliza y Recicla, incluyendo elementos como agricultura y ganadería ecológicas, para incentivar la producción artesana.

*Un consumo social o solidario:* Es el comercio justo que consiste en consumir productos o servicios que han sido producidos en condiciones laborales, socialmente responsables y justas. Implica pagar un precio justo por el trabajo realizado, ya sea por personas de otro país o de la comunidad local.

Por otro lado, para Schallenberg Rodríguez et al., (2008) la utilización de la energía se clasifica en:

*Energía primaria:* es la energía que qué procede de fuentes que están en la naturaleza, como el petróleo, carbón, gas natural, uranio y las energías renovables.

*Energía secundaria:* conocida como energía final que procede de la transformación de fuentes de energía primaria, como la electricidad o la gasolina.

*Energía útil:* procede de la conversión final de los equipos de demanda, como motores y bombillas, y es utilizada por los consumidores.

## **2.2. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** No hay diferencia estadística significativa entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

**H<sub>1</sub>:** Sí hay diferencia estadística significativa entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Recolección de la información

En este apartado metodológico se detalla la metodología a ocupar dentro de la investigación, es necesario, una buena búsqueda de información para la realización del trabajo. Se explica a continuación la recolección de información como es población, fuentes de datos, medición de las variables y el tratamiento para cumplir los objetivos específicos planteados.

##### *Población*

A la población se la conoce también como universo, esto porque es el conjunto de determinadas especificaciones que cumplen con todos los casos (Hernández Sampieri et al., 2014). También en otros términos es la población objetivo, se refiere a un grupo de elementos finitos o infinitos que comparten características comunes y a los que se aplicarán las conclusiones de la investigación (Arias, 2012).

Bajo este contexto, el trabajo de investigación adoptó como población al Ecuador, porque el estudio no se centró en un grupo específico de individuos, por lo que la población considerada fueron los datos históricos de las principales variables del objeto de análisis. Se ocupó un muestreo crítico o por juicio, que es una técnica no probabilística, porque se escoge en base a sus características o conocimientos del investigador, se utilizaron datos anuales y se procedió a la trimestralización de cada una sobre la afectación ambiental y el crecimiento económico del Ecuador a partir del 2008 al 2018, esto en función de la disponibilidad de datos del tipo de análisis realizado en el estudio.

##### *Fuentes secundarias*

Para Hernández Sampieri et al. (2014) las fuentes secundarias “implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos” (p. 252). Entonces, las fuentes secundarias contienen información primaria que se ha sintetizado y reorganizado para facilitar su acceso. Se crean para facilitar el acceso a las fuentes

primarias o a su contenido, y a menudo utilizan datos preprocesados como estadísticas, fuentes de internet, medios de comunicación, bases de datos, artículos, libros, tesis e informes oficiales (Miranda Soberón & Acosta, 2008).

La primera fuente para la investigación es el Banco Mundial, que ayuda con información de datos confiables a nivel mundial de variables macroeconómicas, está aporto con el dato del PIB per cápita y población total de cada año, esto para el cálculo del consumo de energía eléctrica. Como segunda fuente es la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), como su nombre dice, es una comisión que busca ayudar al desarrollo económico con la recopilación de datos de manera periódica, misma que brinda información sobre el consumo de energía eléctrica. Como tercera fuente, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por medio del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS), que es una entidad que trata de fomentar el uso de prácticas medioambientales a empresas de todo el país para el uso de los recursos de manera eficiente, y proporciono datos acerca de la huella ecológica del país.

La revisión de la literatura es esencial para la investigación, es así como se recolectará información de otras fuentes secundarias por parte de bibliotecas virtuales; Journals como Scopus, Taylor & Francis Group, Web of Science, Jstor. Bases de datos libres como Redalyc, Dialnet, Scielo, Latindex, Google Scholar y E-Books como ELibro que ayudaran para mejorar el contenido del estudio con diversas teorías.

### ***Técnicas***

La técnica de investigación se entiende como “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2012, p. 67). También, las técnicas a utilizar dependen del marco, el enfoque, el tipo y los objetivos del estudio. Deben ajustarse al alcance del proyecto, teniendo en cuenta la población investigada, el tiempo y los recursos financieros y humanos disponibles (Cisneros Caicedo et al., 2022).

El análisis documental es la técnica empleada en el trabajo de investigación, mismo donde se indagó información de libros, informes, páginas web. Luego de encontrar los datos adecuados para el estudio, se elaboró una base de datos propia, para que su

manipulación sea rápida y sencilla. Estos fueron obtenidos del Banco Mundial, CEPAL, MAATE y SINIAS.

### ***Instrumentos***

El instrumento se define como “recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tienen en mente” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 199). Todos los instrumentos de recolección de datos utilizados en investigación científica deben ser fiables, objetivos y válidos. Si alguno de estos elementos no se cumple, el instrumento no será útil y los datos resultantes no serán legítimos (Hernández Mendoza & Duana Avila, 2020).

Para la recolección de información se utilizó como instrumento una ficha de registro de datos secundarios, donde correspondiente al periodo establecido dentro del estudio se recolectó los datos de las fuentes del Banco Mundial, CEPAL, MAATE, y SINIAS, también se especifican las variables de estudio.

**Tabla 2**

#### *Ficha de registro de datos secundarios*

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Base de datos</b>
		Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)
<b>Afectación ambiental</b>	Huella ecológica (hectáreas globales)	Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS)
<b>Crecimiento económico</b>	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	Banco Mundial



Consumo de energía eléctrica per cápita (kWh/hab)	Banco Mundial  Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
---	---

---

*Nota.* Descripción de ficha de registro de datos secundarios realizado con la recopilación de información de instituciones oficiales. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Tratamiento de la información

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se busca determinar la diferencia estadística entre el crecimiento económico (variable exógena) y afectación ambiental (variable endógena) para el Ecuador, recogiendo información para probar hipótesis que están basadas en mediciones numéricas y en análisis estadísticos, para así, establecer pautas de comportamiento y poder probar teorías (Hernández Sampieri et al., 2014). Con los datos secundarios obtenidos de entidades oficiales, se realizó en el primer apartado un análisis descriptivo y para finalizar un nivel explicativo.

La trimestralización de los datos se realizó en el software libre ECOTRIM que es un programa de la oficina estadística de Europa (EUROSTAT, 2003), en este programa se puede realizar regresiones y estimaciones de datos minimizando al máximo los errores posibles que puede haber, en el mismo, se realiza los cálculos de cada año del estudio para el aumento de observaciones, esta información se encuentra presentada en la ficha técnica de observación (Anexo 3).

También, para calcular el consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab) del Ecuador se lo realizó mediante los datos obtenidos del Banco Mundial con el indicador Población, total; y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) el indicador utilizado es Consumo de energía eléctrica (GWh), mediante la siguiente fórmula se calculó el valor deseado:

$$\text{Consumo de energía per cápita (KWh/hab)} = \left( \frac{\text{Consumo de energía eléctrica (GWh)}}{\text{Población, total}} \right) \quad [6]$$

Para cumplir con el estudio descriptivo se usó el software Statistical Package for the Social Sciences “SPSS” (IBM Corp., 2017), porque tiene calidad en los resultados que son de carácter estadístico y de análisis de datos. Este programa es versátil porque puede manejar todo tipo de datos de distintas fuentes, como hojas de cálculo y bases de datos, se puede obtener información útil, encontrar patrones ocultos y presentar resultados de forma fácil con informes, gráficos y tablas que se puede exportar en distintos formatos (Capa Benítez et al., 2017).

En el estudio de nivel explicativo se usó el software RStudio (R Core Team, 2020), que es una opción para realizar análisis econométricos por su flexibilidad, tiene varios paquetes y su lenguaje para el manejo de datos, resultados y gráficos en código libre lo hace amigable para quien lo utilice, también, se puede generar informes reproducibles que son de calidad. Esto lo convierte en una herramienta eficaz para analizar e investigar datos económicos (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

## **Estudio descriptivo**

### **Medidas de tendencia central**

Para analizar adecuadamente los datos del estudio, se utilizaron cálculos matemáticos para comprender el comportamiento de la información recopilada. Las medidas de tendencia central permiten obtener el valor representativo del conjunto de datos, las más comunes son la media aritmética, mediana y moda (Posada Hernández, 2016).

#### ***Media aritmética***

Es la más utilizada y representativa en los análisis estadísticos. Representa la media del conjunto de datos de la muestra, se calcula sumando todos los valores de los datos y dividiéndolos por el número de puntos de datos de la muestra (Posada Hernández, 2016).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [7]$$

Donde:

$\bar{X}$  : Media aritmética de la muestra

$n$ : Total de datos de la muestra

$x_i$ : Dato de la variable

$\sum_{i=1}^n x_i$ : Suma de todos los valores de la muestra

### ***Mediana***

La mediana de un conjunto de datos es el valor que ocupa la posición central, quedando el 50% de las observaciones por debajo y el 50% por encima. Para determinar la posición de la mediana, los datos deben ordenarse de forma ascendente (Posada Hernández, 2016).

$$Me = \frac{\sum xf}{n} \quad [8]$$

Donde:

$\sum xf$ : Sumatoria de todos los datos

$n$ : Número de datos

### ***Moda***

Para Posada Hernández (2016) la moda es “un conjunto de datos que más se presenta, es decir, el atributo o el valor de mayor frecuencia. La moda se representa por  $Mo$  y puede ser aplicada a las variables cualitativas y cuantitativas discretas o continuas”.

$$Mo = l_i + \left( \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right) * C \quad [9]$$

Donde:

$l_i$ : Límite inferior del intervalo con mayor frecuencia absoluta

$\Delta_1$ : Diferencia entre la mayor frecuencia absoluta y la anterior

$\Delta_2$ : Diferencia entre la mayor frecuencia absoluta y la siguiente

$C$ : Amplitud del intervalo con mayor frecuencia absoluta

### **Medidas de dispersión**

Para representar adecuadamente un conjunto de datos, es importante no sólo utilizar medidas de tendencia central, sino también medidas de dispersión o variabilidad. Las medidas más utilizadas en el análisis estadístico son el rango, rango intercuartílico, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación (Walpole et al., 2012).

#### ***Rango***

El rango es la medida de dispersión más sencilla para el análisis de datos. Sin embargo, sólo utiliza los valores extremos y no proporciona mucha información sobre la variabilidad de los datos. Por tanto, debe utilizarse junto con otras medidas de dispersión (Posada Hernández, 2016).

$$\mathbf{Rango} = D_M - D_m \quad [10]$$

Donde:

$D_M$ : Valor mayor

$D_m$ : Valor menor

#### ***Rango intercuartil***

Es una medida de dispersión que evita la influencia de los valores extremos en el conjunto de datos. Se calcula restando el primer cuartil ( $Q_1$ ) del tercer cuartil ( $Q_3$ ), esto significa que el rango intercuartílico corresponde al rango del 50% medio de los datos (Posada Hernández, 2016).

$$\mathbf{Rango\ intercuartil} = Q_3 - Q_1 \quad [11]$$

## ***Varianza***

Posada Hernández (2016) manifiesta que “la varianza es una medida de dispersión basada en la diferencia de cada dato con la media aritmética”.

La varianza poblacional, representada por sigma ( $\sigma^2$ ), es la desviación al cuadrado de la media poblacional. Se calcula utilizando los datos de la población, y se basa en el número total de puntos de datos ( $N$ ) y la media poblacional ( $\mu$ ) (Posada Hernández, 2016).

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})}{N} \quad [12]$$

La varianza de la muestra ( $s^2$ ) pretende estimar la variación de la población y se define como la suma de las desviaciones al cuadrado dividida por el tamaño de la muestra menos uno (Posada Hernández, 2016).

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad [13]$$

Donde:

$\bar{x}$ : Media aritmética de la muestra

$n$ : Total de los datos de la muestra

$x_i$ : Cada dato u observación de la variable X

## ***Desviación estándar***

La desviación estándar es la medida más representativa de la dispersión de un conjunto de datos. Se calcula como la raíz cuadrada positiva de la varianza y se denota como ( $s$ ) para la muestra y ( $\sigma$ ) para la población.

$$s = \sqrt{s^2} \quad [14]$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad [15]$$

## Medidas de forma

Se utilizan para identificar valores concretos en un conjunto de datos, utilizando la media y la desviación estándar de la población o muestra. Son indicadores estadísticos que revelan la distribución de frecuencias para determinar si hay uniformidad en dichas frecuencias (Posada Hernández, 2016).

### *Asimetría*

Muestra si los datos se distribuyen de forma uniforme en torno al punto central (Gujarati & Porter, 2010).

$$S = \frac{E(X - \mu)^3}{\sigma^3} \quad [16]$$

Donde:

**S**: Coeficiente de asimetría

$E(X - \mu)^3$ : Tercer momento alrededor de la media

$\sigma^3$ : Desviación estándar elevada al cubo

### *Curtosis*

Medida que analiza la concentración de datos en torno a los valores medios de un amuestra se conoce como grado de concentración en torno al punto central de la distribución (Posada Hernández, 2016).

$$K = \frac{E(X - \mu)^4}{E[(X - \mu)^2]^2} \quad [17]$$

**K**: Coeficiente de curtosis

$E(X - \mu)^4$ : Cuarto momento alrededor de la media

$E[(X - \mu)^2]^2$ : Segundo momento elevado al cuadrado

## **Estudio explicativo**

En el desarrollo del estudio explicativo con un análisis econométrico se utilizó observaciones trimestrales, que parten del 2008.I al 2018.IV. Para contar con más observaciones para poder garantizar que las estimaciones sean más confiables y eficientes.

### ***Prueba de raíz unitaria***

Se utilizó para verificar si las series son estacionarias o no, para tener en cuenta la dinámica de las variables y asegurarse de que las observaciones tienen características estacionarias. Si la estacionariedad no es evidente en el análisis visual, hay que modificar los valores para que la serie sea lo más estacionaria posible, partiendo de una escala logarítmica y utilizando las diferencias que sean necesarias. La prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF) es una prueba estadística habitual que se utiliza para determinar si una serie temporal dada es estacionaria o no (Gujarati & Porter, 2010).

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \delta_1 \Delta Y_{t-1} \dots + \delta_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Donde:

$\Delta Y_t$ : Operador de la primera diferencia ( $Y_t - Y_{t-1}$ )

$\alpha$ : Intercepto

$\beta_t$ : Componente de modelo de tendencia

$\gamma$ : Coeficiente que permite la prueba estacionaria

La prueba consiste en comparar la hipótesis nula de que la serie es no estacionaria con la hipótesis alterna de que es estacionaria. Las hipótesis para comprobar son:

$H_0 =$  No presenta estacionariedad; es decir presenta raíz unitaria

$H_1 =$  Presenta estacionariedad; es decir no presenta raíz unitaria

### ***Prueba de cointegración de Soren Johansen***

Al comprobar si existe o no raíz unitaria, se realizó un sistema de orden del VAR para determinar mediante la valoración de rezago óptimo que se encuentran bajo los criterios de Arkaike (AIC), Hannan Quinn (HCQ) y Criterio Bayesiano (BIC).

Tras aplicar el sistema de orden VAR, se procede a determinar si existe al menos un vector de cointegración. La prueba de Johansen utiliza los estadísticos de la prueba de la traza y la prueba del autovalor máximo para identificar la presencia de vectores de cointegración y comprobar la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables analizadas (Nociones Elementales de Cointegración Enfoque de Soren Johansen). Las hipótesis para comprobar son:

**$H_0$** :  $r = 0$ , no existe presencia de cointegración entre las variables.

**$H_1$** :  $r > 0$ , existe presencia de cointegración entre las variables.

### ***Modelo de Corrección de Errores de Vector (VECM)***

El modelo VECM utiliza el termino de error del equilibrio  $\alpha_2\mu_{t-1}$  o uhat, para estimar la rapidez a la que se restablece el equilibrio a corto plazo. Se espera que el valor absoluto  $\alpha_2$  sea negativo y puede utilizarse para estimar el comportamiento a corto plazo basándose en el valor a largo plazo ( $CP \rightarrow LP$ ) (Gujarati & Porter, 2010).

$$y_t - y_{t-1} = \beta(x_t - x_{t-1}) + \gamma(y_{t-1} - a - bx_{t-1}) + \varepsilon_t$$

Donde:

**$\gamma(y_{t-1} - a - bx_{t-1}) = \gamma(\mu_{t-1})$** : Mecanismo en que  $\gamma > 0$

**$b$** : Influencia a largo plazo de x sobre y

**$\beta$** : Estimación de la influencia a corto plazo de x sobre y

**$\varepsilon_t$** : Termino de error

También se lo puede escribir:



$$\Delta y_t = \beta(\Delta x_t) + \gamma(\mu_{t-1}) + \varepsilon_t$$

### ***Causalidad de Granger***

El enfoque de Granger es de gran interés para la Economía porque reconoce la relación contemporánea entre las variables, a pesar de sus limitaciones (Guisán, 2002). Es importante considerar que, si el acontecimiento A ocurre antes que el acontecimiento B, es posible que A cause B. Sin embargo, B no puede causar A. Esto significa que los acontecimientos pasados pueden influir en los acontecimientos actuales, pero en los futuros no (Gujarati & Porter, 2010).

Para probar las hipótesis del trabajo de investigación se utilizó la causalidad de Granger, que determina si los valores pasados de una serie (X) causan la otra serie (Y) o viceversa. Las hipótesis para comprobar son:

*H<sub>0</sub>: No existe causalidad en el sentido de Granger*

*H<sub>1</sub>: Existe causalidad en el sentido de Granger*

### **3.3 Operacionalización de las variables**

**Tabla 3**

*Operacionalización de la variable dependiente: Huella Ecológica*

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensión o categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>ítems</b>	<b>Técnica o instrumento</b>
La huella ecológica es la cantidad de tierra que se necesitaría para proporcionar los recursos y permite evaluar el impacto medioambiental de los seres humanos y	Afectación Ambiental	Huella Ecológica (Hectáreas Globales HAG)	¿Cuál es la Huella Ecológica medida en hectáreas globales del Ecuador en el periodo 2008 - 2018?	Análisis documental Ficha de registro de datos secundarios

compararlo con los recursos renovables disponibles. De este modo, se puede saber si se vive en los límites ecológicos en el país (Solis Guzman & Marrero, 2015).

*Nota.* Operacionalización de la variable dependiente huella ecológica detallada.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Operacionalización de la variable independiente 1: PIB per cápita*

Conceptualización	Dimensión o categoría	Indicadores	Ítems	Técnica o instrumento
El PIB per cápita es el Producto Interno Bruto total dividido por la población a mitad de año. Incluye todos los impuestos sobre los productos, menos las subvenciones no incluidas en el valor del producto, y se calcula sin deducir la depreciación de los bienes manufacturados ni el agotamiento/degradación de los recursos naturales.	Crecimiento Económico	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	¿Cuál es el PIB per cápita a precios constantes del Ecuador en el periodo 2008 - 2018?	Análisis documental Ficha de registro de datos secundarios

Los datos se expresen en dólares estadounidenses a precios constantes con base al año 2010.

*Nota:* Operacionalización de la variable independiente 1 PIB per cápita detallada. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Operacionalización de la variable independiente 2: Consumo de energía per cápita*

Conceptualización	Dimensión o categoría	Indicadores	Ítems	Técnica o instrumento
Se refiere a la tasa de consumo de energía eléctrica, es una medida de la producción de las centrales eléctricas y las instalaciones de cogeneración, menos las pérdidas en los procesos de transmisión, distribución, así como el propio consumo.	Uso de energía	Consumo de energía eléctrica (KWh per cápita)	¿Cuál es el consumo de energía eléctrica medida en KWh per cápita del Ecuador en el periodo 2008 - 2018?	Análisis documental Ficha de registro de datos secundarios

*Nota.* Operacionalización de la variable independiente 2 Consumo de energía detallada. Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Resultados y discusión

En esta sección se presentan los principales resultados de la investigación sobre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador, la información fue recolectada del Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por medio del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad (SINIAS). Para eso se utiliza como variable dependiente a la huella ecológica (hag), mientras que como variables independientes al PIB per cápita (US\$) y el consumo de energía per cápita (KWh/hab) durante el periodo comprendido 2008 – 2018 de manera trimestral. Se han planteado dos objetivos por la disponibilidad de información que son de carácter descriptivo y explicativo, mismos que se presentan en figuras, tablas y de manera textual.

Se usó el software Statistical Package for the Social Sciences “SPSS” (IBM Corp., 2017) para calcular estadística descriptiva como la media aritmética, mediana, desviación estándar, valor máximo, mínimo, varianza, asimetría, curtosis, entre otros. Mientras que el software RStudio (R Core Team, 2020) permitió calcular el test de Dicker Fuller Aumentada (ADF) para saber si los datos presentan o no raíz unitaria, Prueba de cointegración de Soren Johansen para conocer si las variables están o no cointegradas, test de causalidad de Granger si existe o no causalidad en los datos y el Modelo de Corrección de Errores de Vector (VECM) para identificar las variables de interés sea a largo o corto plazo.

En general, la investigación se complementa con otros trabajos referentes al mismo creando un análisis más completo y con sustento bibliográfico del tema en cuestión, para así poder mejorar los análisis en el estudio y crear un espacio de debate con las conclusiones y resultados de otros autores, esto permite mejorar significativamente la calidad de los resultados alcanzados.

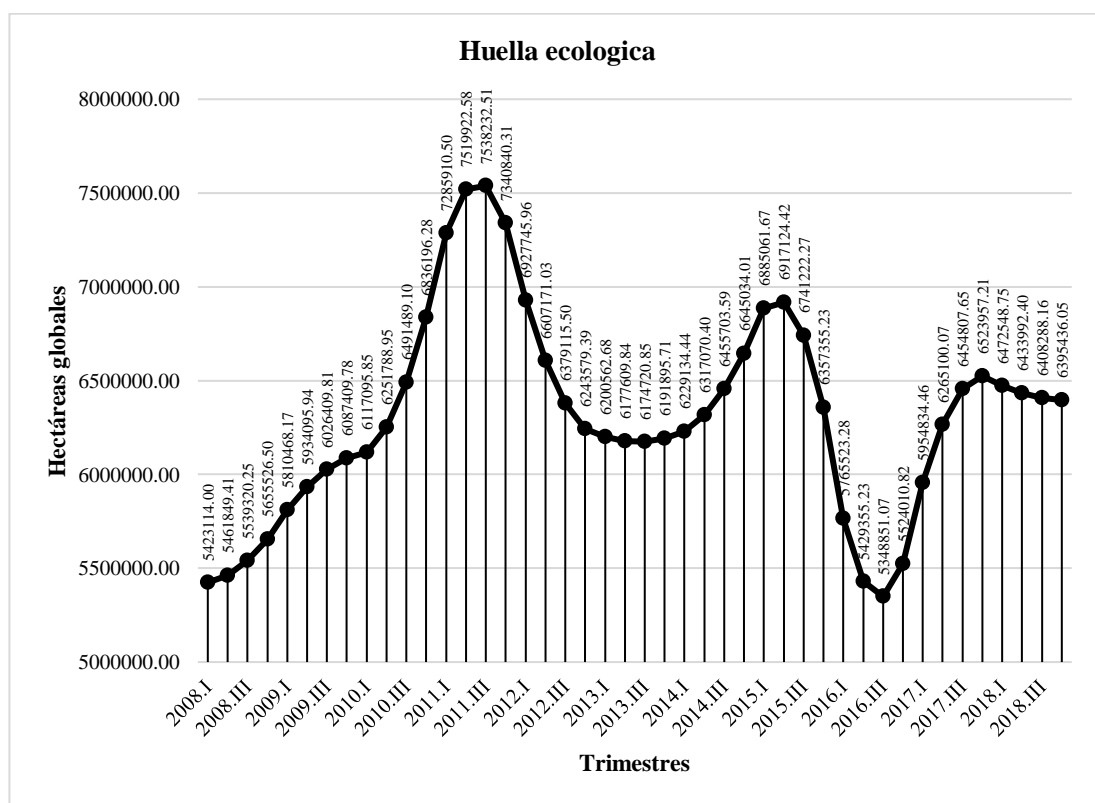
## Análisis descriptivo

*Cumplimiento del objetivo específico uno: Examinar el crecimiento económico y la afectación ambiental del Ecuador para entender su comportamiento durante el periodo 2008 – 2018.*

Para el cumplimiento del primer objetivo específico es indispensable un análisis de las variables que comprenden el crecimiento económico y la afectación del ambiental en el Ecuador, dado que, esta valoración permitirá comprender su comportamiento en la economía y su evolución dentro del período comprendido entre año 2008 – 2018 de manera trimestral.

**Figura 7**

*Evolución de la huella ecológica (hectáreas globales)*



*Nota.* Evolución de la huella ecológica trimestral de Ecuador 2008 – 2018. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7, se muestra la evolución de la huella ecológica, donde se visualiza que el país tiene sus picos altos y bajos durante el periodo de estudio. En los trimestres 2011.III, 2015.II y 2017.IV, Ecuador presentó sus mayores aumentos con 7538232.51 hag, 6917124.42 hag y 6523957.21 hag, estas cifras se relacionan con un incremento, debido a que la quema de combustibles fósiles, consumo de productos pecuarios, agrícolas y productos forestales emitida por el aumento del carbono generó que persista los efectos vinculados con el deterioro de la calidad en el medio ambiente y la intensificación de crisis ecológicas. Por otra parte, el país al ser un exportador de Biocapacidad, es decir, ser un abastecedor tanto interna como externamente de las necesidades de consumo con recursos naturales, generó una leve sobreexplotación, acelerando la el desgaste de los recursos y provocando una pérdida en la biodiversidad, lo que provocó pérdidas un tanto irreversibles y con secuelas que impediría su recuperación, a esto se añade, la limitada actuación en la aplicación de políticas públicas direccionadas a sustentabilidad del medio ambiente y a la regulación en el consumo de los recursos (Andrade & Défaz, 2016).

Mientras que en los trimestres 2013.III y 2016.III se evidencia sus puntos bajos con 6174720.85 hag y 5348851.07 hag respectivamente, considerando que, se impulsó la visión de fortalecer la responsabilidad personal y social sobre el manejo adecuado de los recursos, así como también, el impulso que se dio a la creación, diseño y aplicación de buenas prácticas medio ambientales. En este sentido, la implantación de políticas para mejorar las carencias tuvo como objetivo incrementar el empoderamiento y manejo eficiente de los recursos, tomando conciencia sobre las consecuencias de las actividades antropogénicas en el medio ambiente y fomentar un estilo de vida que establezca y reduzca el consumo excesivo de los recursos, tomando en cuenta, que la sobreexplotación de los recursos aumenta significativamente la huella ecológica del país (Amegavi & Langnel, 2020).

**Tabla 6***Estadísticos descriptivos de la huella ecológica (hectáreas globales)*

<b>Media</b>	6312420.0473
<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>	
<b>Límite inferior</b>	6146399.1925
<b>Límite superior</b>	6478440.9020
<b>Media recortada al 5%</b>	6297028.3538
<b>Mediana</b>	6291085.2350
<b>Varianza</b>	298193883226.312
<b>Desv. Desviación</b>	546071.31698
<b>Mínimo</b>	5.35E+06
<b>Máximo</b>	7.54E+06
<b>Rango</b>	2189381.44
<b>Rango intercuartil</b>	613639.28
<b>Asimetría</b>	0.298
<b>Curtosis</b>	-0.013

*Nota.* Resultados de estadísticos descriptivos de la huella ecológica de Ecuador.  
Fuente: Elaboración propia.

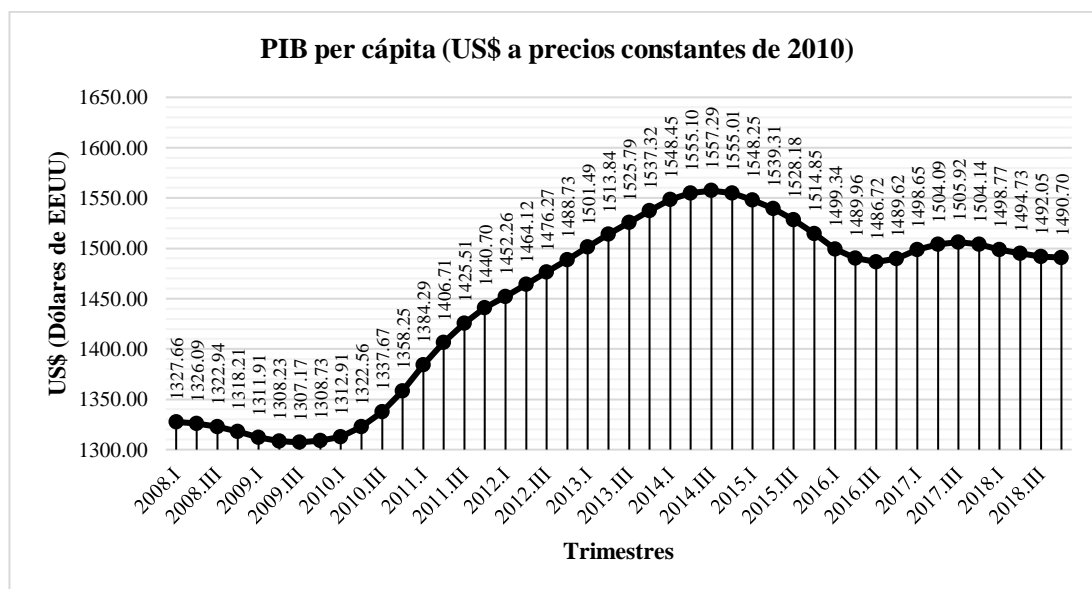
En la tabla 6 de los principales resultados estadísticos considerados se observa que, la media de la huella ecológica es 6312420.04 hag que representa un promedio general de la cantidad de recursos consumidos y la cantidad de tierra requerida para absorber los residuos generados por la población; por otro lado, el valor medio es 6291085.23 hag. Es importante considerar que en Ecuador el valor menor que se generó en HE es 5348851.07 hag y el valor más alto que alcanzo es 7538232.51 hag esto indica la menor y mayor cantidad de tierra requerida respectivamente entre las mediciones.

Por otro lado, en cuanto a la dispersión de los datos por medio de la desviación estándar, para la huella ecológica es 546071.31 hag esto muestra que los valores individuales están dispersos; mientras que, la amplitud total de la huella ecológica en el conjunto de los datos por medio del rango se encuentra en 2189381.44 hag esto corresponde a la diferencia entre el valor máximo y mínimo.

Esto evidencia que la huella del país se ha incrementado paulatinamente con el paso de los años, sin embargo, su biocapacidad sufre descensos, una de las principales razones que se vinculan es que la base de la economía ecuatoriana se ha relacionado con la producción y sobreexplotación de los recursos naturales, aunque la huella ecológica sea ya reducible, no significa que la biocapacidad no sea alterada, modificada o afectada, pues se depende de ella para continuar abasteciendo las demandas internas y cubriendo las necesidades de otros países con déficit ecológico (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019) .

**Figura 8**

*Evolución del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)*



*Nota.* Evolución del PIB Per Cápita trimestral de Ecuador 2008 – 2018. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se muestra la evolución del PIB per cápita, mismo que presenta una tendencia creciente en el periodo comprendido entre 2008.I – 2014.III de forma trimestral, con 1557.29 US\$ en este último, a partir del cual comienza a disminuir. La revolución industrial fue la base de la diversificación e intensificación de las actividades económicas, sin embargo, los cambios en los sistemas económicos generaron tanto el desarrollo de las naciones como diversas amenazas al ambiente. De este modo, se puede decir que un incremento del PIB per cápita acelera la huella



ecológica. Esto lleva a deducir que países con bajos ingresos elevan la huella ecológica, pero esta puede disminuir si aplican alternativas que mitiguen este impacto como políticas ambientales que sean sostenibles, el uso de tecnologías limpias, etc. Dando así a entender la importancia del medio ambiente en los países ricos en recursos naturales, porque el aumento de contaminación tiene un efecto contraproducente a nivel económico (Argohty et al., 2023).

**Tabla 7**

*Estadísticos descriptivos del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)*

<b>Media</b>	1449.5566
<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>	
<b>Límite inferior</b>	1423.0798
<b>Límite superior</b>	1476.0334
<b>Media recortada al 5%</b>	1451.5139
<b>Mediana</b>	1489.7900
<b>Varianza</b>	7584.114
<b>Desv. Desviación</b>	87.08682
<b>Mínimo</b>	1307.17
<b>Máximo</b>	1557.29
<b>Rango</b>	250.12
<b>Rango intercuartil</b>	169.05
<b>Asimetría</b>	-0.602
<b>Curtosis</b>	-1.220

*Nota.* Resultados de los estadísticos descriptivos del PIB per cápita de Ecuador.  
Fuente: Elaboración propia.

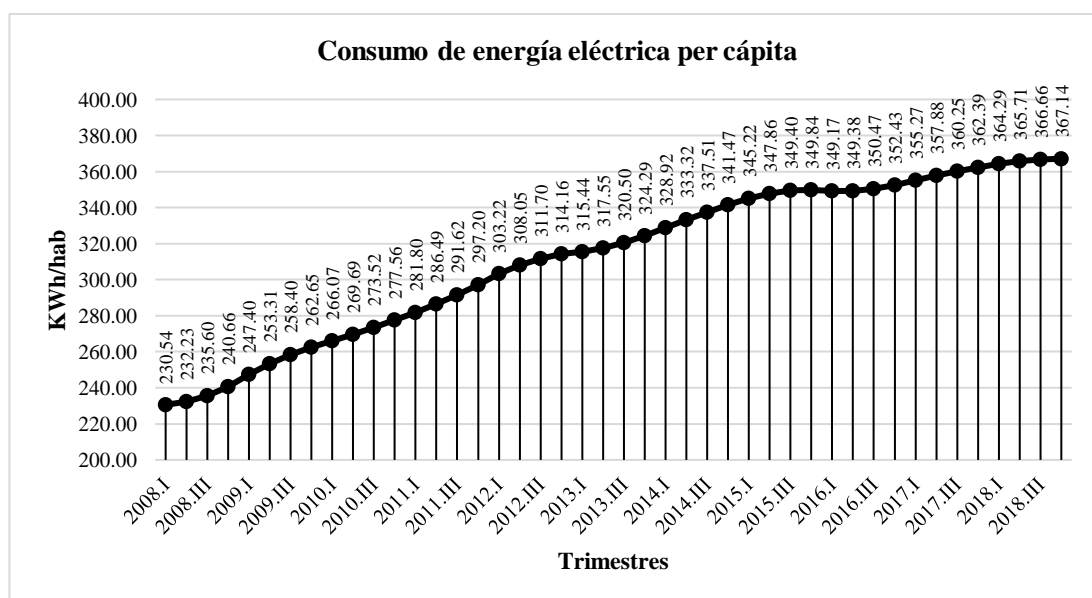
En la tabla 7 de los principales resultados estadísticos considerados permite comprender mejor la situación económica de diferentes estratos sociales y áreas geográficas dentro del país. Se observa que la media del PIB per cápita es de 1449.55 US\$ que representa el valor promedio del ingreso económico por persona en el país; por otro lado, el valor medio es 1489.79 US\$. En el Ecuador el valor mínimo que se

generó es 1307.17 US\$ y el valor más alto que alcanzó es 1557.29 US\$ esto indica el rango de ingresos per cápita dentro del conjunto de datos analizados.

Además, en cuanto a la dispersión de los datos por medio de la desviación estándar, para el PIB per cápita es 87.08 US\$ esto muestra que los valores individuales del ingreso per cápita con respecto a la media no están dispersos, porque cuanto mayor sea el valor mayor será la variabilidad de los ingresos per cápita dentro de la población; mientras que, la amplitud total de los ingresos per cápita en el conjunto de los datos por medio del rango se encuentra en 250.12 US\$ esto corresponde a la diferencia entre el valor máximo y mínimo.

**Figura 9**

*Evolución del consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab)*



*Nota.* Evolución del consumo de energía eléctrica per cápita trimestral de Ecuador 2008 – 2018. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se observa la evolución del consumo de energía, donde en cada periodo va aumentando el consumo de energía a partir del 2008.I – 2018.III de manera trimestral, desde 230.54 KWh/hab hasta 367.14 KWh/hab respectivamente. Esto quiere decir que el consumo de energía junto con el crecimiento económico PIB per cápita son las principales causas de los problemas medioambientales, porque el

consumo de energía se desarrolla principalmente del proceso de combustibles, lo que genera deterioros y desgaste de los recursos y materias prima, en este sentido, Ecuador al ser un país en desarrollo los niveles de ingreso económico provocan la elevación en los niveles de huella ecológica. Por ende, mientras la economía del país crece, inicialmente genera daño al nivel ambiental.

Por lo que, los gobiernos deberían concentrarse en el suministro de energía a los consumidores y así sostener el medio ambiente, mediante la instalación de tecnologías modernas y libres de contaminación como la nuclear, desarrollar una cartera de energías renovable, etc. (Baz et al., 2020). En el Ecuador una razón de descenso de consumo de energía puede ser porque se ha mejorado la producción de energía mediante fuentes de energías renovables, reemplazando el consumo de combustibles para así mejorar la calidad ambiental (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2021).

**Tabla 8**

*Estadísticos descriptivos del consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab)*

<b>Media</b>	312.5961
<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>	
<b>Límite inferior</b>	299.4966
<b>Límite superior</b>	325.6957
<b>Media recortada al 5%</b>	314.0757
<b>Mediana</b>	319.0250
<b>Varianza</b>	1856.467
<b>Desv. Desviación</b>	43.08674
<b>Mínimo</b>	230.54
<b>Máximo</b>	367.14
<b>Rango</b>	136.60
<b>Rango intercuartil</b>	75.20
<b>Asimetría</b>	-0.472
<b>Curtosis</b>	-1.087

*Nota.* Resultados de los estadísticos descriptivos del consumo de energía eléctrica per cápita de Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 de los principales resultados estadísticos considerados permite comprender patrones de consumo, identificar áreas de mayor eficiencia energética y así desarrollar políticas para una gestión más sostenible de energía en el país. Se observa que la media del consumo de energía eléctrica es de 312.59 KWh/hab que representa la cantidad promedio de energía consumida por persona en el país; por otro lado, el valor medio es 319.02 KWh/hab. En el Ecuador el valor mínimo que se generó es 230.54 KWh/hab y el valor más alto que alcanzo es 367.14 KWh/hab esto indica los extremos de consumo dentro del conjunto de datos analizados.

Con respecto a la dispersión de los datos por medio de la desviación estándar, para el consumo de energía per cápita es 43.08 KWh/hab esto muestra que los valores individuales del consumo de energía con respecto a la media no están dispersos, porque cuanto mayor sea el valor mayor será la variabilidad en el consumo de energía dentro de la población; en cambio, la amplitud total en el conjunto de los datos por medio del rango se encuentra en 136.60 KWh/hab esto corresponde a la diferencia entre el valor máximo y mínimo.

### **Análisis explicativo**

*Cumplimiento del objetivo específico dos: Determinar el efecto del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Ecuador durante el periodo 2008 – 2018.*

#### *Prueba de raíz unitaria*

Se utilizo el test de Dicker Fuller Aumentada (ADF) para determinar la estacionariedad de la serie. Esta prueba se utiliza habitualmente para identificar si una serie temporal determinada es estacionaria o no. Las observaciones se examinan tanto en niveles como en diferencias hasta obtener los estadísticos necesarios para considerar estacionaria la variable (Gujarati & Porter, 2010). Las hipótesis utilizar en esta prueba son las siguientes:

**$H_0$** : *No presenta estacionariedad; es decir presenta raíz unitaria*

**$H_1$** : *Presenta estacionariedad; es decir no presenta raíz unitaria*

**Tabla 9***Prueba ADF para las series en niveles y deferencias*

<b>Variable</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>	
<b>Niveles</b>			
<b>Huella ecológica</b>	-1.7593	0.6691	
<b>PIB per cápita</b>	0.42234	0.99	
<b>Consumo de energía eléctrica per cápita</b>	0.58773	0.99	
<b>I Diferencia (Logaritmo)</b>			
<b>Huella ecológica</b>	-2.087	0.05394	***
<b>PIB per cápita</b>	-1.4816	0.7785	
<b>Consumo de energía eléctrica per cápita</b>	-3.5324	0.04997	
<b>II Diferencia (Logaritmo)</b>			
<b>Huella ecológica</b>	-6.0412	0.01	***
<b>PIB per cápita</b>	-6.0723	0.01	***
<b>Consumo de energía eléctrica per cápita</b>	-6.145	0.01	***

*Nota.* Prueba de Dicker Fuller Aumentada mediante el software R Studio. Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar la prueba de ADF a las series en niveles se obtiene que las variables presentan raíz unitaria, en la primera diferenciación, la huella ecológica presenta un valor p de 0.05394 se rechaza la hipótesis nula, pero aplicamos una segunda diferencia en base a logaritmos para que el valor p disminuya igual que todas las variables.

Por último, en la segunda diferenciación con logaritmo, se determina un comportamiento estacionario en las series de la huella ecológica, PIB per cápita y consumo de energía eléctrica per cápita, se rechaza  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística suficiente para que la serie sea estacionaria y no presenta raíz unitaria. Una vez estacionarias las series a utilizar en el modelo econométrico se puede continuar con el proceso vectorial.

*Prueba de cointegración de Soren Johansen*

Se utiliza la prueba de Johansen para determinar si múltiples series temporales no estacionarias con un orden de  $I(1)$  se mueven en la misma tendencia a lo largo del

tiempo y tienen estabilidad en sus diferencias. Si su combinación lineal de estas series es estacionaria  $I(0)$ , entonces se consideran cointegradas (Mata, 2004). También permite la relación más de una cointegración y este se apoya de los estadísticos “traza” y “valor propio máximo”. La prueba tiene las siguientes hipótesis:

$H_0: r = 0$ , no existe presencia de cointegración entre las variables.

$H_1: r > 0$ , existe presencia de cointegración entre las variables.

**Tabla 10**

*Sistema VAR Test Johansen*

<b>Retardos</b>	<b>p-value</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>	<b>HQ</b>
<b>0</b>	0.0000	-17.6174	-17.6174	17.6174
<b>1</b>	0.0000	-29.7740	-29.4091	-29.6387
<b>2</b>	0.0000	-34.9988	-34.2690	-34.7282
<b>3</b>	0.0005	-35.8457	-34.7509	-35.4397

*Nota.* Sistema VAR, máximo orden de retardos 3 (Test Johansen) mediante el software R Studio. Fuente: Elaboración propia.

Se determina el orden máximo para la estimación de Johansen, según los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz o Bayesiano (BIC) y Hannan-Quinn (HQ), el orden de retardos máximo corresponde al tercer retardo, pues es donde se hallan los valores más significativamente altos.

**Tabla 11**

*Prueba de traza*

	<b>Test</b>	<b>10pct</b>	<b>5pct</b>	<b>1pct</b>
<b>r &lt;= 2</b>	27.48	7.52	9.24	12.97
<b>r &lt;= 1</b>	76.54	17.85	19.96	24.60
<b>r = 0</b>	137.69	32.00	34.91	41.07

*Nota.* Test de cointegración Johansen por la prueba de traza mediante el software R Studio. Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5%, cuando  $r = 0$ , el estadístico de prueba es mayor al valor crítico ( $137.69 > 34.91$ ), lo que implica rechazar  $H_0$ , por tanto, hay evidencia estadística de la presencia de cointegración entre las variables. Ahora, se procede a contrastar cuando  $r = 1$ , en este caso el estadístico de prueba es superior al valor crítico ( $76.54 > 19.96$ ), por lo que se procede a rechazar la  $H_0$ . Ya en el momento de  $r < 2$ , el estadístico es mayor que el valor crítico ( $27.48 > 9.24$ ), por lo que se rechaza la  $H_0$ .

En conclusión, por la prueba de la traza, las 3 variables analizadas (huella ecológica, PIB per cápita y consumo de energía eléctrica per cápita), presentan cointegración.

**Tabla 12**

*Prueba del autovalor máximo*

	<b>Test</b>	<b>10pct</b>	<b>5pct</b>	<b>1pct</b>
<b>r ≤ 2</b>	27.48	7.52	9.24	12.97
<b>r ≤ 1</b>	49.05	13.75	15.67	20.20
<b>r = 0</b>	61.15	19.77	22.00	26.81

*Nota.* Test de cointegración Johansen por la prueba del autovalor máximo mediante el software R Studio. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo un nivel de significancia del 5%, cuando  $r = 0$ , el estadístico de prueba es mayor al valor crítico ( $61.15 > 22$ ), lo que implica rechazar  $H_0$ , por tanto, hay evidencia estadística de la presencia de cointegración entre las variables. Luego se contrasta  $r = 1$ , aquí el estadístico de prueba es superior al valor crítico ( $49.05 > 15.67$ ), por lo que se procede a rechazar la  $H_0$ . Finalmente, en  $r < 2$ , el estadístico es mayor que el valor crítico ( $27.48 > 9.24$ ), por lo que se rechaza la  $H_0$ .

En conclusión, por la prueba del autovalor máximo, en las 3 variables analizadas (huella ecológica, PIB per cápita y consumo de energía eléctrica per cápita), se presenta cointegración.

*Modelo de Corrección de Errores de Vector (VECM)*

**Tabla 13**

*Sistema VECM Huella Ecológica (Hectáreas Globales)*

	<b>Estimación de los coeficientes</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>	
<b>loghe.dl1</b>	0.91457	0.17381	5.262	3.24e-05	***
<b>logce.dl1</b>	-1.14657	0.97721	-1.173	0.25381	
<b>logpib.dl1</b>	-0.36789	2.01210	-0.183	0.85668	
<b>loghe.dl2</b>	0.32339	0.26845	-1.205	0.24173	
<b>logce.dl2</b>	0.01441	1.43080	0.010	0.99206	
<b>logpib.dl2</b>	1.10153	2.72959	0.404	0.69062	
<b>loghe.dl3</b>	-0.08817	0.27105	-0.325	0.74817	
<b>logce.dl3</b>	-0.10080	1.36449	-0.074	0.94181	
<b>logpib.dl3</b>	-0.64860	2.66528	-0.243	0.81010	
<b>loghe.dl4</b>	-1.3326	0.27223	-5.008	5.89e-05	***
<b>logce.dl4</b>	-0.43682	1.33977	-0.326	0.74762	
<b>logpib.dl4</b>	6.42123	2.65781	2.416	0.02489	*
<b>loghe.dl5</b>	0.87170	0.15634	5.576	1.56e-05	***
<b>logce.dl5</b>	0.11909	0.70815	0.168	0.86806	
<b>logpib.dl5</b>	-4.54943	1.46394	-3.108	0.00533	**
<b>R-cuadrado</b>	0.9719	<b>R-cuadrado ajustado</b>	0.9491		

*Nota.* Modelo de Corrección de Errores de Vector de la huella ecológica (hectáreas globales) mediante el software R Studio, donde ., \*, \*\* y \*\*\* son significancia al 10%, 5%, 1% y 0.1%. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 13 presenta los resultados de la estimación de la huella ecológica bajo el modelo VECM. En cuanto a la variabilidad de la variable dependiente para saber en cuanto es explicado el modelo el resultado indica un 0.9719 que corresponde al 97.19% de la variabilidad en la huella ecológica que es explicada por los predictores del modelo. Entonces, el modelo explica en gran parte la variabilidad de la variable y



de sus predictores como el PIB per cápita, es decir, se logra distinguir una influencia significativa por parte de la variable endógena.

Con respecto a los coeficientes, estos se interpretan en base a la significancia individual calculada en cada uno de ellos. Por lo tanto, los resultados correspondientes a la huella ecológica son capaces de explicar su comportamiento en la actualidad y a futuro. También, el PIB per cápita evidencia una relación positiva y negativa donde un incremento del 5% y 1% que se traducen a un aumento y disminución en la huella ecológica en 6.42123% y -4.54943%. Significando que el PIB per cápita influye y no influye en la afectación al medio ambiente en el Ecuador, coincidiendo este resultado con Gómez-Segura et al. (2021) de que el crecimiento económico genera un efecto creciente y decreciente en el deterioro ambiental, siendo necesario un cambio en la estructura productiva para que el uso de factores productivos no afecte a la producción sostenible.

**Tabla 14**

*Sistema VECM PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)*

	<b>Estimación de los coeficientes</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>	
<b>loghe.dl1</b>	-0.001332	0.015725	-0.085	0.933311	
<b>logce.dl1</b>	-0.069086	0.088411	-0.781	0.443275	
<b>logpib.dl1</b>	0.794620	0.182040	4.365	0.000271	***
<b>loghe.dl2</b>	-0.014010	0.024287	-0.577	0.570169	
<b>logce.dl2</b>	-0.016404	0.129448	-0.127	0.900363	
<b>logpib.dl2</b>	0.008329	0.246953	0.034	0.973414	
<b>loghe.dl3</b>	-0.004285	0.024523	-0.175	0.862953	
<b>logce.dl3</b>	0.007036	0.123449	0.057	0.955088	
<b>logpib.dl3</b>	-0.030392	0.241134	-0.126	0.900900	
<b>loghe.dl4</b>	-0.061775	0.024629	-2.508	0.020414	*
<b>logce.dl4</b>	-0.370702	0.121212	-3.058	0.005969	**
<b>logpib.dl4</b>	-0.021875	0.240459	-0.091	0.928377	
<b>loghe.dl5</b>	0.032722	0.014144	2.313	0.030921	*

<b>logce.dl5</b>	0.283742	0.064068	4.429	0.000233	***
<b>logpib.dl5</b>	0.019229	0.132447	0.145	0.885953	
		<b>R-</b>			
<b>R-cuadrado</b>	0.9952	<b>cuadrado</b>	0.9914		
		<b>ajustado</b>			

---

*Nota.* Modelo de Corrección de Errores de Vector del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010) mediante el software R Studio, donde ., \*, \*\* y \*\*\* son significancia al 10%, 5%, 1% y 0.1%. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 14 presenta los resultados de la estimación del PIB per cápita bajo el modelo VECM. En cuanto a la variabilidad de la variable dependiente para saber en cuanto es explicado el modelo el resultado indica un 0.9952 que corresponde al 99.52% de la variabilidad en el PIB per cápita que es explicada por los predictores del modelo. Entonces, el modelo explica en gran parte la variabilidad de la variable y de sus predictores como la huella ecológica y el consumo de energía eléctrica, es decir, se logra distinguir una influencia significativa por parte de la variable endógena.

Con respecto a los coeficientes, estos se interpretan en base a la significancia individual calculada en cada uno de ellos. Por lo tanto, los resultados correspondientes al PIB per cápita son capaces de explicar su comportamiento en la actualidad y a futuro. También, la huella ecológica y evidencia una relación directa e indirecta, donde un incremento del 5% se traducen a una disminución y aumento en el PIB per cápita en -0.061775% y 0.032722%. Significando que la huella ecológica influye positiva y negativamente en la afectación al medio ambiente y al crecimiento económico en el Ecuador.

El consumo de energía eléctrica per cápita determina una incidencia positiva, donde un aumento del 0.1.% afecta a un aumento en el PIB per cápita en 0.283742%.

**Tabla 15**

*Sistema VECM Consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab)*

	<b>Estimación de los coeficientes</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>	
<b>loghc.dl1</b>	-0.016591	0.025561	-0.649	0.52333	
<b>logce.dl1</b>	1.121761	0.143714	7.806	1.22e-07	***
<b>logpib.dl1</b>	-0.089161	0.295911	-0.301	0.76614	
<b>loghc.dl2</b>	-0.008719	0.039479	-0.221	0.82734	
<b>logce.dl2</b>	-0.222330	0.210421	-1.057	0.30270	
<b>logpib.dl2</b>	0.101042	0.401428	0.252	0.80371	
<b>loghc.dl3</b>	-0.007772	0.039862	-0.195	0.84729	
<b>logce.dl3</b>	0.006703	0.200670	0.033	0.97367	
<b>logpib.dl3</b>	-0.026750	0.391970	-0.068	0.94624	
<b>loghc.dl4</b>	-0.045055	0.040036	-1.125	0.27313	
<b>logce.dl4</b>	-0.400542	0.197034	-2.033	0.05490	.
<b>logpib.dl4</b>	0.716602	0.390872	1.833	0.08097	.
<b>loghc.dl5</b>	0.013768	0.022992	0.599	0.55570	
<b>logce.dl5</b>	0.346895	0.104145	3.331	0.00317	**
<b>logpib.dl5</b>	-0.602440	0.215296	-2.798	0.01077	*
<b>R-cuadrado</b>	0.9939	<b>R-cuadrado ajustado</b>	0.989		

*Nota.* Modelo de Corrección de Errores de Vector del consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab) mediante el software R Studio, donde ., \*, \*\* y \*\*\* son significancia al 10%, 5%, 1% y 0.1%. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 15 presenta los resultados de la estimación del consumo de energía eléctrica per cápita bajo el modelo VECM. En cuanto a la variabilidad de la variable dependiente para saber en cuanto es explicado el modelo el resultado indica un 0.9939 que corresponde al 99.39% de la variabilidad en el consumo de energía eléctrica per cápita que es explicada por los predictores del modelo. Entonces, el modelo explica en

gran parte la variabilidad de la variable y de sus predictores como el PIB per cápita, es decir, se logra distinguir una influencia significativa por parte de la variable endógena.

Con respecto a los coeficientes, estos se interpretan en base a la significancia individual calculada en cada uno de ellos. Por lo tanto, los resultados correspondientes al consumo de energía per cápita son capaces de explicar su comportamiento en la actualidad y a futuro. También, el PIB per cápita evidencia una relación positiva y negativa donde un incremento del 10% y 5% que se traducen a un aumento y disminución en la huella ecológica en 0.716602% y -0.602440%. Significando que el PIB per cápita influye y no influye en la afectación al medio ambiente y al crecimiento económico en el Ecuador, coincidiendo este resultado con Charfeddine (2017), de que el crecimiento económico en base al consumo de energía determina positiva y negativamente en la degradación ambiental significando que las políticas de conservación de la energía están y no permitidas para mejorar la calidad medioambiental.

## **4.2 Verificación de la hipótesis**

### *Causalidad de Granger*

Se utiliza el test de causalidad de Granger para saber si la variable X causa en la variable Y, en otras palabras, es para determinar si una serie es un factor y proporciona información útil para prever otra serie (Li, 2020). Las hipótesis son las siguientes:

**$H_0$** : *No existe causalidad en el sentido de Granger*

**$H_1$** : *Existe causalidad en el sentido de Granger*

La tabla siguiente muestra los resultados de la prueba de causalidad de Granger para todas las combinaciones posibles de las series de un conjunto de datos determinado. Como todas las pruebas anteriores, se basa en el valor  $p$ .

**Tabla 16**

*Causalidad de Granger*

Dirección de la causalidad	Valor F	P - value	Decisión
PIB per cápita → huella ecológica	9.3339	0.003993	Se rechaza
Consumo de energía eléctrica per cápita → huella ecológica	6.6249	0.01387	Se rechaza

*Nota.* Resultados del test de Granger mediante el software R Studio. Fuente: Elaboración propia.

Dado que el *p-value* es menor que 0.05, se muestra una de causalidad bidimensional, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de la prueba. Estos resultados muestran que la serie X causa en el sentido de Granger a la serie Y, primero parte de que el PIB per cápita es útil para predecir la huella ecológica; segundo que el consumo de energía de energía per cápita es útil para predecir la huella ecológica en el país, este caso Ecuador.

Las hipótesis por comprobar, que fueron mencionadas en el capítulo 2 son:

**H<sub>0</sub>:** No hay diferencia estadística significativa entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

**H<sub>1</sub>:** Sí hay diferencia estadística significativa entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

Con los resultados obtenidos mediante la prueba de causalidad de Granger se determina que se rechaza la hipótesis nula mencionando que si existe diferencia estadística significativa entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se analizó el comportamiento de las variables por medio del análisis descriptivo que fueron sometidas al estudio en el periodo 2008.I - 2018.IV de manera trimestral, primero la huella ecológica presentó aumentos porque el principal factor que es las emisiones de carbono producido por la quema de combustibles fósiles, así como el consumo de productos pecuarios, productos agrícolas, forestales, alimentarios, transporte y bienes, siendo estas actividades las que más contribuyeron al aumento de la huella ecológica. Así mismo, una disminución porque el Ecuador ha utilizado sus propios recursos para satisfacer las necesidades del consumo de la población, por otro lado, mientras la huella ecológica aumenta, la biocapacidad disminuye a un ritmo más rápido, esto implica que, a largo plazo, el país agotará sus recursos ecológicos. Segundo, el PIB per cápita presenta una tendencia creciente en el periodo comprendido hasta el 2014.III, a partir del cual comienza a disminuir, de este modo, se puede decir que un incremento del PIB per cápita acelera la huella ecológica. Y el consumo de energía eléctrica per cápita ha crecido cada año, junto al crecimiento económico PIB per cápita, que son las principales causas de los problemas medioambientales, porque el consumo de energía se desarrolla principalmente del proceso de combustibles, lo que genera deterioros y desgaste de los recursos y materias primas.
- Se determinó la causalidad entre las variables, esto con el fin de evidenciar la diferencia estadística entre la huella ecológica, el PIB per cápita y el consumo de energía eléctrica per cápita. El análisis econométrico, para todas las variables, no presentó raíz unitaria, es decir, todas fueron estacionarias en segundas diferencias a base de logaritmos, también, la relación de cointegración proporciona una fuerte evidencia de un efecto positivo y negativo de la afectación al medio ambiente en el crecimiento económico del Ecuador, tanto en el largo y corto plazo. Por otro lado, el PIB per cápita y el consumo de energía per cápita confirman una causalidad bidireccional hacia la

huella ecológica, permitiendo conocer que sí existe una diferencia estadística entre el crecimiento económico y la afectación al medio ambiente en el Ecuador.

## **5.2 Limitaciones del estudio**

La principal limitación del estudio es la falta de información actual sobre la huella ecológica en el Ecuador, porque al ser una variable nueva en el país solo se encontró datos desde el 2008 hasta el 2018 haciendo que la investigación no se centre en la actualidad, también, acerca del consumo de energía eléctrica per cápita al no presentar valores sobre la variable se recurrió al cálculo con información de diferentes entidades oficiales, por otro lado, al presentar pocos años de investigación se optó por la trimestralización mediante el software Ecotrim aumentando así las observaciones para que el estudio pueda realizar el modelo econométrico planteado.

Otra limitación encontrada es la falta de información de estudios realizados sobre la huella ecológica en el Ecuador y también en el idioma español, por lo que mayor parte del trabajo de investigación es basado en artículos en el idioma inglés, complicándolo porque algunos términos y expresiones cambiaban según la localidad del estudio.

## **5.3 Futuras temáticas de investigación**

Para posibles futuros proyectos de investigación con relación al tema se sugiere buscar otras variables adicionales que puedan influir. Para que así, el análisis sea más exhaustivo de la relación entre crecimiento económico y la afectación al medio ambiente, proporcionando información sobre el impacto que tiene en el país. También, una comparación entre países para que de esta manera se pueda observar la diferencia que existe con relación al Ecuador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2021, November 29). *Ecuador posee un 51,78% de energía renovable*. <https://solergyecuador.com.ec/ecuador-posee-un-5178-de-energia-renovable/>
- Ahmad, M., Jiang, P., Majeed, A., Umar, M., Khan, Z., & Muhammad, S. (2020). The dynamic impact of natural resources, technological innovations and economic growth on ecological footprint: An advanced panel data estimation. *Resources Policy*, 69(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101817>
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2014). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48(1), 315–323. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.029>
- Amegavi, G. B., & Langnel, Z. (2020). Globalization, electricity consumption and ecological footprint: An autoregressive distributive lag (ARDL) approach. *Sustainable Cities and Society*, 63(1), 1–44. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102482>
- Andrade, A. K., & Défaz, S. (2016). *Reporte de la Huella Ecológica Nacional y Sectorial del Ecuador - Año 2013*.
- Ansari, M. A., Haider, S., & Khan, N. A. (2020). Environmental Kuznets curve revisited: An analysis using ecological and material footprint. *Ecological Indicators*, 115(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106416>
- Apablaza, M., & Contreras, H. (2016). Crecimiento económico y contaminación: Curva Ambiental de Kuznets para Chile. *Centro de Políticas Públicas*, 1(6). <https://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/d8e60760-e4db-451f-8704-cfab6b6b8305/content>
- Argohty, A., Bernal, J., Andrade, C., Bedoya, M., & Andrade, F. (2023). Relationship between economic growth, population and environment: empirical evidence from



Ecuador. *Social Science Journal*, 13(2), 2737–2752.  
<https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/2694>

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Editorial Episteme.

Auci, S., & Becchetti, L. (2006). The instability of the adjusted and unadjusted environmental Kuznets curves. *Ecological Economics*, 60(1), 282–298.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005>

Aydin, M., Koc, P., & Sahpaz, K. I. (2023). Investigating the EKC hypothesis with nanotechnology, renewable energy consumption, economic growth and ecological footprint in G7 countries: panel data analyses with structural breaks. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 18(1), 1–19.  
<https://doi.org/10.1080/15567249.2022.2163724>

Baz, K., Xu, D., Ali, H., Ali, I., Khan, I., Khan, M. M., & Cheng, J. (2020). Asymmetric impact of energy consumption and economic growth on ecological footprint: Using asymmetric and nonlinear approach. *Science of the Total Environment*, 718(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137364>

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(1), 218–230.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.101>

Capa Benítez, L. B., García Saltos, M. B., Crespo Hurtado, E., Palmero Urquiza, D. E., López Fernández, R., Crespo Borges, T., Franco Gómez, N. M. del C., & Fadul Franco, J. S. (2017). *Análisis exploratorio de datos con SPSS*. Universidad Metropolitana de Ecuador.

Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389(1), 19–37.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084914721723>

- Cetin, M. A. (2018). Investigating the environmental Kuznets Curve and the role of green energy: Emerging and developed markets. *International Journal of Green Energy*, 15(1), 37–44. <https://doi.org/10.1080/15435075.2017.1413375>
- Charfeddine, L. (2017). The impact of energy consumption and economic development on Ecological Footprint and CO2 emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium Correction Model. *Energy Economics*, 65(1), 355–374. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.05.009>
- Cisneros Caicedo, A. J., Guevara García, A. F., Garcés Bravo, J. E., & Urdánigo Cedeño, J. J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 8(1), 1165–1185. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2016). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la república del Ecuador, 2016*. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/40474>
- Comisión Nacional de Energía, & Club Español de la Energía. (2002). *Consumo de Energía y Crecimiento Económico Análisis de la Eficiencia Energética de los principales países de la OCDE y de España*. Syncrotec.
- Correa Restrepo, F. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva de ambiental de Kuznets. *Semestre Económico*, 7(1), 73–104. <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013658003.pdf>
- Creus Solé, A. (2014). *Energías renovables*. Cano Pina.
- Cuevas, D. J., & Santos, L. J. (2006). *La curva de kuznets ambientañ (CKA)*. <https://dfedericos.files.wordpress.com/2012/02/planteamiento-kuznets-corregido.pdf>
- Danish, Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. W. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and

biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 47.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101516>

de Souza Freire, F., Oliveira da Silva, N., & Ferreira de Oliveira, V. R. (2023). Economic growth and greenhouse gases in Brazilian States: is the environmental Kuznets curve applicable hypothesis? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(1), 44928–44942. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25411-z>

Destek, M. A., & Sarkedie, S. A. (2019). Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: The Role of Energy and Financial Development. *Science of The Total Environment*, 650(1), 2483–2489. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>

Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The use of ecological footprint in estimating the Environmental Kuznets Curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence and heterogeneity. *Science of the Total Environment*, 723(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138063>

EUROSTAT. (2003). *Temporal disaggregation of economic time series: towards a dynamic extension*.

Euskadi. (2019). *Huella ecológica*.

Fogel, R. W. (2000). *Simon S. Kuznets: April 30, 1901-July 9, 1985*. <http://www.nber.org/papers/w7787>

Fundación Gondwana para el Desarrollo Sostenible. (2008). *Consumo responsable y ahorro energético*.

Gitli, E., & Hernández, G. (2002). *La existencia de la curva de kuznets ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales*.

Gómez-Segura, C. F., Cerquera Losada, Ó. H., & Acero Cebay, E. F. (2021). La curva medioambiental de Kuznets y el crecimiento económico sostenible en Colombia. *Apuntes Del CENES*, 40(71), 165–188. <https://doi.org/10.19053/01203053.v40.n71.2021.11387>

- Greco, O. (2009). *Diccionario de economía*. Valletta Ediciones.  
<https://elibro.net/es/ereader/uta/66812>
- Guarín, J. (2022). La huella ecológica, indicador de sostenibilidad ambiental y social. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4156–4175.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1791](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1791)
- Guisán, C. (2002). Causalidad y cointegración en modelos econométricos: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los tests de cointegración. *Working Paper Series Economic Development*, 1–47.  
<https://www.usc.gal/economet/aeadepdf/aeade61.pdf>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (McGraw Hill).
- Hassan, S. T., Xia, E., Khan, N. H., & Shah, S. M. A. (2019). Economic growth, natural resources, and ecological footprints: evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(3), 2929–2938.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-3803-3>
- Hernández Mendoza, S. L., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. In *Mc Graw Hill Education*. Mc Graw Hill Education.
- IBM Corp. (2017). *IBM SPSS Statistics para Windows* (25.0).
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2018). *Balance energético nacional 2018*. <https://www.geoenergia.gob.ec/ben-en-10-anos-consumo-energetico-per-capita-presento-un-crecimiento-superior-al-15/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2019). *Boletín Técnico Módulo de Información Económica Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial*

(ENESEM), año 2019. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/EMPRESAS/Empresas-2019/BOLETIN\\_TECNICO\\_MOD\\_AM-ENESEM\\_2019\\_08.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas-2019/BOLETIN_TECNICO_MOD_AM-ENESEM_2019_08.pdf)

Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., & Koengkan, M. (2022). The impact of income inequality and economic complexity on ecological footprint: an analysis covering a long-time span. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 133–153. <https://doi.org/10.1080/21606544.2021.1930188>

Keljik, J. (2011). *Electricidad 3: generación y distribución de energía eléctrica* (9th ed.). Cengage Learning. <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/220393>

Kunst, R. (2006). *Introduction to macroeconomics*. Universität Wien.

Lara Arzate, J., Falfán Velázquez, L., & Villa Gutiérrez, A. (2012). *Huella ecológica datos y rostros*. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.

Li, S. (2020). *Una rápida introducción a las pruebas de causalidad de Granger para el análisis de series temporales*.

Liu, L. (2008). Sustainability Efforts in China: Reflections on the Environmental Kuznets Curve through a Locational Evaluation of “Eco-Communities.” In *Source: Annals of the Association of American Geographers* (Vol. 98, Issue 3).

Magazzino, C. (2023). Ecological footprint, electricity consumption, and economic growth in China: geopolitical risk and natural resources governance. *Empirical Economics*. <https://doi.org/10.1007/s00181-023-02460-4>

Mankiw, G. (2017). *Principios de Economía*. Cengage Learning.

Mankiw, G. (2020). *Macroeconomía*. Worth Publishers.

Martínez, F., González, F., & Miguélez, F. (2014). *Desarrollo sostenible y huella ecológica. Una aplicación a la economía gallega*.

Mata, H. (2004). *Nociones Elementales de Cointegración Enfoque de Soren Johansen*.

- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2019). *Ecuador impulsa nuevas iniciativas para reducir la huella ecológica*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-nuevas-iniciativas-para-reducir-la-huella-ecologica/>
- Miranda Soberón, U., & Acosta, Z. (2008). *Fuentes de información para la recolección de información cuantitativa y cualitativa*.
- Moreno López, R. (2005). *La huella ecológica*. Habitat.Aq.
- Moreno, M. (2023). Economía Ambiental y Ecosostenibilidad. *Ciencias Económicas y Empresariales*, 3, 1–25.
- 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(1), 1366–1375. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.039>
- Naqvi, S. A. A., Shah, S. A. R., Anwar, S., & Raza, H. (2021). Renewable energy, economic development, and ecological footprint nexus: fresh evidence of renewable energy environment Kuznets curve (RKC) from income groups. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 2031–2051. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-020-10485-w>
- Olivares Mendoza, J. A., & Hernández Rodríguez, C. (2021). ¿La curva ambiental de Kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. *Economía Coyuntural*, 6(3), 1–51. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lang=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lang=es)
- Olivera, M., & Segarra, V. (2021). Calidad ambiental y crecimiento económico: análisis dinámico para América Latina y el Caribe. *Revista de Economía Del Rosario*, 24(2), 1–40. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.10514>

- Padilla Sierra, A. de J. (2015). Uso de variables de actividad económica en la estimación del PIB per cápita microterritorial. *Cuadernos de Economía*, 34(65), 349–376. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v34n65.45936>
- Portilla, J. A., Andrade, A. K., & Défaz, S. (2014). *Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador 2008 - 2011*.
- Posada Hernández, G. J. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*.
- Quintana Romero, L., & Mendoza, M. Á. (2016). *Economía aplicada utilizando R*. Universidad Nacional Autónoma de México. [https://saree.com.mx/econometriaR/sites/default/files/Ebook\\_econometriaR.pdf](https://saree.com.mx/econometriaR/sites/default/files/Ebook_econometriaR.pdf)
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing (4.2.2).
- Rahman, M. M., Bindu, K. J., & Islam, Md. K. (2018). Linking Per Capita GDP to Energy Consumption, Ecological Footprint, and Carbon Dioxide Emission in a Developing Economy in the World: The Case of Bangladesh. *Journal of Banking and Financial Dynamics*, 2(1), 9–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.20448/journal.525.2018.21.9.15>
- Ravallion, M., Heil, M., & Jalan, J. (2000). Carbon emissions and income inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651–669. <http://www.jstor.org/stable/3488662>
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980-2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41(1), 602–614. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.081>
- Rubio Cebrián, S. (2012). *Conceptos e indicadores básicos en economía*. [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500542/n1.2\\_Conceptos\\_e\\_indicadores\\_de\\_la\\_economia.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500542/n1.2_Conceptos_e_indicadores_de_la_economia.pdf)

- Sánchez, V. (2017). Relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, un análisis a nivel global por niveles de ingresos. *Revista Económica*, 2(1), 1–14. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/454/361>
- Sarmiento, M., Cardona Gabriela, Sánchez, R., & García, J. (2018). *Elementos de economía apuntes de clase*. Universidad Nacional de Santiago de Estero.
- Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga Falcón, P., García Déniz, R., Díaz Torres, M., Cabrera Pérez, D., Martel Rodríguez, G., Pardilla Fariña, J., & Subiela Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Instituto Tecnológico de Canarias.
- Sempere, J., & Tello, E. (2008). “*A más crecimiento económico, mayor desarrollo humano.*”
- Solis Guzman, J., & Marrero, M. (2015). *Ecological Footprint Assessment of Building Construction*. Bentham Science Publishers.
- Solórzano, J., Vera, J., & Buñay, J. (2022). Crecimiento económico y medio ambiente. *RECIAMUC*, 6(1), 203–212. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.203-212](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.203-212)
- Tavera Camacho, I. (2020). *Panorámica de la macroeconomía*. Grupo Editorial Éxodo.
- Taylor Adu, D., & Kwaku Denkyirah, E. (2019). Economic growth and environmental pollution in West Africa: Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(1), 281–288. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.07.013>
- Torres, Luisa., & Ferreira, Patricio. (2019). Energy consumption as a condition for per capita carbon dioxide emission growth: The results of a qualitative comparative analysis in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 110(1), 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.008>



- 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(1), 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.191>
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (Pearson Educación). [https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/05/libro\\_probabilidad-y-estadistica-para-ingenerc3ada-y-ciencias-ronald-e-walpole-mayers.pdf](https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/05/libro_probabilidad-y-estadistica-para-ingenerc3ada-y-ciencias-ronald-e-walpole-mayers.pdf)
- Wang, Y., Kang, L., Wu, X., & Xiao, Y. (2013). Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: A spatial econometric approach. *Ecological Indicators*, 34(1), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.021>
- Zheng, H., Huai, W., & Huang, L. (2015). Relationship between pollution and economic growth in China: empirical evidence from 111 cities. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 9(1), 22–31. <https://doi.org/10.2307/26203434>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Tabla de datos*

Años	Y	X	
	Afectación ambiental	Crecimiento económico	
	Huella Ecológica (Hectáreas globales)	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)
2008	22079810.16	5294.90	939.02
2009	23858383.71	5236.05	1021.76
2010	25696570.18	5331.38	1086.84
2011	29684905.90	5657.21	1157.12
2012	26157611.88	5881.38	1237.14
2013	24744789.08	6078.44	1277.78
2014	25646942.44	6215.84	1341.22
2015	26900763.59	6130.59	1392.33
2016	22067740.40	5965.64	1401.45
2017	25198699.39	6012.80	1435.79
2018	25710265.35	5976.25	1463.80

*Nota.* Datos iniciales extraídos del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición (MAATE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Banco Mundial (BM). Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 2

*Cálculo del consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab)*

Años	CEPAL	BANCO MUNDIAL	TOTAL
	Consumo de energía (GWh)	Población, total	Consumo de energía eléctrica per cápita (KWh/hab)

2008	13612.75	14496797	939.0175331
2009	15063.62	14742766	1021.763799
2010	16291.31	14989585	1086.841697
2011	17631.83	15237728	1157.116531
2012	19155.80	15483883	1237.144449
2013	20090.51	15722989	1277.779337
2014	21403.15	15957994	1341.21837
2015	22549.98	16195902	1392.326186
2016	23039.18	16439585	1401.44549
2017	23973.30	16696944	1435.789859
2018	24907.58	17015672	1463.802373

*Nota.* Resultados del consumo de energía eléctrica per cápita extraído de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Banco Mundial (BM). Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3

*Ficha de observación de datos trimestrales para la aplicación del modelo econométrico*

N°	Trimestre	Y	X	
		Afectación ambiental	Crecimiento económico	
		Huella ecológica (Hectáreas Globales)	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	Consumo energía eléctrica per cápita (KWh/hab)
1	2008.I	5423114.00	1327.66	230.54
2	2008.II	5461849.41	1326.09	232.23
3	2008.III	5539320.25	1322.94	235.60
4	2008.IV	5655526.50	1318.21	240.66
5	2009.I	5810468.17	1311.91	247.40

6	2009.II	5934095.94	1308.23	253.31
7	2009.III	6026409.81	1307.17	258.40
8	2009.IV	6087409.78	1308.73	262.65
9	2010.I	6117095.85	1312.91	266.07
10	2010.II	6251788.95	1322.56	269.69
11	2010.III	6491489.10	1337.67	273.52
12	2010.IV	6836196.28	1358.25	277.56
13	2011.I	7285910.50	1384.29	281.80
14	2011.II	7519922.58	1406.71	286.49
15	2011.III	7538232.51	1425.51	291.62
16	2011.IV	7340840.31	1440.70	297.20
17	2012.I	6927745.96	1452.26	303.22
18	2012.II	6607171.03	1464.12	308.05
19	2012.III	6379115.50	1476.27	311.70
20	2012.IV	6243579.39	1488.73	314.16
21	2013.I	6200562.68	1501.49	315.44
22	2013.II	6177609.84	1513.84	317.55
23	2013.III	6174720.85	1525.79	320.50
24	2013.IV	6191895.71	1537.32	324.29
25	2014.I	6229134.44	1548.45	328.92
26	2014.II	6317070.40	1555.10	333.32
27	2014.III	6455703.59	1557.29	337.51
28	2014.IV	6645034.01	1555.01	341.47
29	2015.I	6885061.67	1548.25	345.22
30	2015.II	6917124.42	1539.31	347.86
31	2015.III	6741222.27	1528.18	349.40
32	2015.IV	6357355.23	1514.85	349.84
33	2016.I	5765523.28	1499.34	349.17
34	2016.II	5429355.23	1489.96	349.38
35	2016.III	5348851.07	1486.72	350.47
36	2016.IV	5524010.82	1489.62	352.43
37	2017.I	5954834.46	1498.65	355.27
38	2017.II	6265100.07	1504.09	357.88

39	2017.III	6454807.65	1505.92	360.25
40	2017.IV	6523957.21	1504.14	362.39
41	2018.I	6472548.75	1498.77	364.29
42	2018.II	6433992.40	1494.73	365.71
43	2018.III	6408288.16	1492.05	366.66
44	2018.IV	6395436.05	1490.70	367.14

---

*Nota.* Datos finales utilizados en el trabajo de investigación recolectados del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Banco Mundial (BM). Fuente: Elaboración propia.