



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:**

**Los niveles de renta mundial y su impacto a los índices de sostenibilidad  
ambiental: un análisis global (2000-2020).**

**AUTOR (ES):**

**León Anchundia, Luis David  
Weir Negrete, Joan Martino**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
ECONOMISTA**

**TUTOR:**

**Pacheco Bruque, Marlon Estuardo**

**Guayaquil, Ecuador**

**29 de agosto del año 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **León Anchundia, Luis David y Weir Negrete, Joan Martino**, como requerimiento para la obtención del título de Economista.

**TUTOR (A)**

f.   
\_\_\_\_\_

Eco. Pacheco Buque, Marlon Estuardo

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

Econ. Guillén Franco, Erwin José, Mgs

**Guayaquil, a los 29 del mes de agosto del año 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
CARRERA DE ECONOMÍA

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **León Anchundia, Luis David y Weir Negrete, Joan Martino**

#### DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020), previo a la obtención del título de Economista, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 29 del mes de agosto del año 2024**

#### AUTORES:

f.

**León Anchundia, Luis David**

f.

**Weir Negrete, Joan Martino**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
CARRERA DE ECONOMÍA**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **León Anchundia, Luis David y Weir Negrete, Joan Martino**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020)** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 29 del mes de agosto del año 2024**

f.

**León Anchundia, Luis David**

**AUTORES:**

f.

**Weir Negrete, Joan Martino**

# REPORTE COMPILATO



Trabajo\_de\_Titulación\_Sostenibilidad\_Luis Leon\_Joan Weir VF - 25agosto24



Nombre del documento: Trabajo\_de\_Titulación\_Sostenibilidad\_Luis Leon\_Joan Weir VF - 25agosto24.docx  
ID del documento: e6ba664f62a5f2bbb8bb4972fd74bfb2ba5c7c53  
Tamaño del documento original: 2,28 MB  
Autores: []

Depositante: Marlon Estuardo Pacheco Bruque  
Fecha de depósito: 25/8/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 25/8/2024

Número de palabras: 24.609  
Número de caracteres: 165.950

Ubicación de las similitudes en el documento:



f.

**León Anchundia, Luis David**

f.

**Weir Negrete, Joan Martino**

**Tutor:**

f.

**Eco. Marlon Estuardo Pacheco Buque**

## **AGRADECIMIENTO 1**

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios que ha permitido aterrizar en esta gloriosa institución e ilumina mi camino todos los días para seguir adelante. A mi tutor de tesis, Eco. Marlon Pacheco, por su orientación, paciencia y constante disposición para brindarme apoyo académico y personal. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco también a mis profesores en especial al Eco. Jorge Delado, Eco. Erwin Guillen y colegas de la Facultad de Economía y Empresa de la UCSG, quienes con sus valiosos comentarios y sugerencias contribuyeron a enriquecer esta investigación. Su acompañamiento en este proceso ha sido un pilar importante en mi formación.

Quiero extender mi gratitud a mi familia, especialmente a Tía Janet y mi Papa Luis León por su amor incondicional, comprensión y aliento durante todos los momentos desafiantes de este proyecto. Sin su apoyo, esta tesis no hubiera sido posible. Extiendo mi agradecimiento al equipo de Disensa en especial al equipo de operaciones, gerentes coordinadores y analistas que con sus constantes desafíos me motivan a ser un mejor profesional.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una u otra manera, me acompañaron en este camino, brindándome su tiempo, conocimientos y palabras de ánimo. Esta tesis es también fruto de su influencia y apoyo constante.

## AGRADECIMIENTO 2

Primero que nada quiero agradecerle a Dios por darme salud a mí, a mis padres y a mis seres queridos para que puedan presenciar de esta maravillosa oportunidad que tengo para culminar la maravillosa carrera de economía que ha sido parte de mi vida los últimos cuatro años y medio, y agradecer por la fortaleza y fe que me ha regalado Dios para mantenerme en este espectacular camino de aprendizaje que me ha brindado la Universidad católica Santiago de Guayaquil. Él me guió por el buen camino para convertirme en lo que soy hoy en día.

Agradezco que Dios me haya dado la oportunidad de pertenecer a una familia tan maravillosa como lo son mis papás: John y Pamela, y mis hermanas Pamela y Matu. Ellos siempre han respaldado todas mis decisiones y han sido parte fundamental de mi vida. El sacrificio que han hecho mis padres para aportar en mi carrera universitaria, ponerme en una universidad tan prestigiosa con grandes docentes con los cuales he generado un gran nivel de respeto, admiración y cariño hacia ellos.

Finalmente quiero agradecerles a mis docentes: el ingeniero Freddy Camacho, el economista Erwin Guillén, el economista Jorge Luis Delgado y sobre todo al economista Marlon Pacheco quien ha sido fundamental en todo mi proceso de tesis y ha sido un excelente tutor, que se ha interesado tanto en nuestra investigación que hemos abarcado durante estos últimos cuatro meses que ha sido un gran apoyo y pilar para la conclusión final de la investigación, no puedo estar más agradecido.

Joan Weir

## **DEDICATORIA 1**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mi familia, cuyo apoyo incondicional, amor y confianza en mí han sido la fuerza que me ha impulsado en los momentos más difíciles. A mis Padres, Tíos y mi abuelita quienes me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia; por su constante ánimo y por creer en mí sin reservas.

A mis amigos y compañeros de Disensa en especial al área de operaciones, quienes con su compañía y palabras de aliento hicieron de este camino uno más llevadero. Gracias por estar siempre ahí, celebrando mis logros y ayudándome a superar los desafíos.

Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que luchan por un mundo más sostenible y justo. Que este pequeño aporte sirva para inspirar cambios que beneficien tanto a nuestro planeta como a las generaciones futuras. El cambio se inicia cuando se decide y todos podemos hacer la diferencia para lograr un mundo mejor.

Muchas gracias,

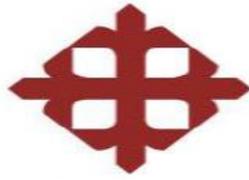
**León Anchundia Luis David**

## DEDICATORIA 2

Le quiero dedicar esta tesis a mis papás que han esperado este título tanto como yo y me han apoyado durante todo este camino. Y también dedicarle y agradecerle a Dios por darme la valentía y la sabiduría para lograr todo este proceso, sin duda Dios es lo más importante de nuestras vidas y todo lo bueno hay que dedicárselo a él.

También esta investigación va dedicada para mis abuelos que son una parte muy importante de mi vida y se cuánto valoran el esfuerzo y dedicación que le he dado a esta carrera para finalmente ser economista.

Joan Weir



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**(NOMBRES Y APELLIDOS)**

DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**(NOMBRES Y APELLIDOS)**

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**(NOMBRES Y APELLIDOS)**

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	2
Planteamiento Del Problema .....	4
Justificación .....	10
Objetivos .....	13
Objetivo General.....	13
Objetivo Específico .....	13
Pregunta de investigación.....	13
Hipótesis.....	13
Limitaciones.....	14
Delimitaciones .....	14
Capítulo 1: Marco Teórico .....	15
Marco teórico.....	15
Teoría del crecimiento económico de Kuznets.....	15
Teoría del crecimiento endógeno.....	18
Resumen Teorías clásicas.....	21
Economía del Bienestar y Óptimo de Pareto .....	22
Teoría del Capital Natural .....	24
Bioeconomía.....	26
Marco referencial.....	29
Evidencia Empírica de la CAK.....	29
Evidencia Empírica de la Teoría del Crecimiento Endógeno .....	35
Evidencia Empírica de la relación entre PIB per cápita y Emisiones de CO2 .....	36

Marco Legal.....	41
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	45
Marco conceptual .....	50
Economía Circular.....	50
Sostenibilidad.....	50
PIB Per Cápita .....	51
Producto Interno Bruto .....	51
Capítulo 2: Metodología .....	52
Enfoque .....	52
Método .....	52
Tipo .....	52
Alcance.....	53
Diseño.....	53
Población.....	53
Técnica de recogida de datos .....	54
Variables de investigación .....	54
Técnica estadística .....	56
Herramienta de análisis .....	57
Capítulo 3: Resultados .....	58
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones .....	86
Anexos .....	90
Código de Cluster y Data Panel Rstudio .....	93
REFERENCIAS.....	96

Marlon Pacheco ..... 105

## Índice de tabla

Tabla 1	Resumen de evolución de teorías del crecimiento económico.....	21
Tabla 2	Los 17 ODS.....	45
Tabla 3	Variables de estudio .....	55
Tabla 4	Análisis con modelo de efecto fijo del PIB y el acceso a la electricidad .....	60
Tabla 5	Relación del PIB y el consumo de energía renovable.....	64
Tabla 6	Relación del PIB y superficie forestal .....	67
Tabla 7	Relación del PIB y las tierras cultivables .....	71
Tabla 8	Relación del PIB y las rentas totales de los recursos naturales .....	74
Tabla 9	Relación del PIB y la Extracción anual de agua dulce para uso industrial ..	77
Tabla 10	Relación del PIB y las emisiones de CO2.....	81

## Índice de figuras

Figura 1	Resumen de países causantes de las emisiones de CO2 .....	5
Figura 2	Curva ambiental de Kuznets en U invertida.....	17
Figura 3	Curva ambiental de Kuznets en N .....	18
Figura 4	Cuadro resumen del marco teórico .....	28
Figura 5	Resumen de emisiones de CO2 de Ecuador (1990-2020) Fuente: Banco Mundial (2024). .....	34
Figura 6	Resumen de las herramientas clave de políticas de acción para el cambio climático Fuente: Dupuits (2021). .....	44
Figura 7	Método de agrupación jerárquica en R .....	59
Figura 8	Evolución de los ingresos por país (2000,2010,2020 .....	90
Figura 9	Evolución del acceso a la electricidad por país (2000,2010,2020).....	91
Figura 10	Evolución del consumo de energía renovable por país .....	92
Figura 11	Evolución del área forestal por país (2000,2010,2020).....	93
Figura 12	Evolución de las tierras cultivables por país (2000,2010,2020) .....	94
Figura 13	Evolución de las rentas de los recursos naturales por país (2000,2010,2020) .....	95
Figura 14	Evolución de la extracción de agua dulce.....	96
Figura 15	Evolución de la extracción de emisiones de CO2 por país (2000,2010,2020) .....	97

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar como los niveles de renta impactan a los indicadores de sostenibilidad global con la finalidad de contribuir a la comunicación pública y académica sobre el recién comportamiento de la huella ecológica en el mundo. Se utilizó el modelo de datos de panel ya que al ser un análisis global de 20 años nos permitiría observar el comportamiento a lo largo del tiempo y proporcionar estimaciones más precisas, al detectar heterocedasticidad se procedió a corregir con un cluster jerárquico agrupado en 3 distintos grupos donde se obtuvo un mejor ajuste de los datos. Al obtener los resultados verificamos que la hipótesis alternativa es la que tiene mayor representación en la investigación.

Los principales hallazgos fueron. que un mayor PIB está asociado con una mayor capacidad de acceso a electricidad y un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente en regiones como África, Asia y América Central, donde se observan incrementos notables en estas métricas lo cual es respaldado por la teoría. Por otro lado, en áreas de alto PIB, como Europa, se muestra una tendencia hacia una mayor adopción de energías renovables y una mejor eficiencia en la gestión de recursos como el agua dulce. En términos de uso de tierras y recursos naturales, las relaciones son menos consistentes. La disminución del área forestal y las rentas totales de recursos naturales con el aumento del PIB en algunas regiones sugiere un posible conflicto entre el crecimiento económico y la conservación ambiental.

***Palabras Claves: Sostenibilidad, Economía Circular, PIB, Medioambiente***

## **ABSTRACT**

The present research work aims to analyze how income levels impact global sustainability indicators to contribute to public and academic communication about the recent behavior of the ecological footprint in the world. The panel data model was used since being a global analysis of 20 years would allow us to observe the behavior over time and provide more precise estimates. When detecting heteroscedasticity, it was corrected with a hierarchical cluster grouped into 3 different groups where a better fit of the data was obtained. Upon obtaining the results, we verified that the alternative hypothesis is the one with the greatest representation in the research.

The main findings were that a higher GDP is associated with a greater capacity to access electricity and an increase in CO<sub>2</sub> emissions, especially in regions such as Africa, Asia and Central America, where notable increases are observed in these metrics, which is supported by the theory. On the other hand, in areas of high GDP, such as Europe, there is a trend towards greater adoption of renewable energies and better efficiency in the management of resources such as fresh water. In terms of land and natural resource use, the relationships are less consistent. Declining forest area and total natural resource rents with increasing GDP in some regions suggest a potential conflict between economic growth and environmental conservation.

**Keywords: Sustainability, Circular Economy, GDP per Capita, Income**

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio examina los niveles de renta de los países y su relación con los indicadores de sostenibilidad ambiental. Tras la exploración del marco teórico, enfocado en las teorías que respaldan el artículo y sus conceptos, junto con un contexto de ámbito global, se ha podido plantear una hipótesis clara de que, con una metodología bien pactada, las soluciones y respuestas del caso a analizar se obtengan. Del análisis hecho, los resultados han mostrado una relación proporcional dependiendo de los niveles de ingreso de los países con sus indicadores de sostenibilidad, a pesar de que un país tenga mayores niveles de renta, no garantiza que sea menos sostenible o viceversa. También se observa que países con ingresos mayores, tienden a poseer más recursos de los cuales hay que frenar su explotación con políticas de sostenibilidad para hallar un equilibrio con el medioambiente, y los países con menos ingresos deben ser sostenibles a pesar de no tener muchos recursos debido a que proporcionalmente su disponibilidad de explotación es menor.

La información nos proporciona el Banco Mundial en su base de datos los niveles de renta de los países, separados por sus niveles de ingreso. Se dividen en cuatro grupos: niveles de ingreso alto, niveles ingreso mediano alto, niveles ingreso mediano bajo y niveles de ingreso bajo. En su clasificación se abordará para todos los grupos, nueve indicadores de sostenibilidad ambiental y su relación con los niveles de renta de los países, indagando si proporcionalmente los países con mayores ingresos son más o menos sostenibles que aquellos de menor renta. En base a lo mencionado surge la pregunta de esta investigación: ¿existe una relación entre el impacto sostenible ambiental positivo o negativo y los niveles de renta nivel global?

Por esta razón el presente estudio busca recopilar la información y utilizar metodologías econométricas con los datos del periodo 2000 al 2020, realizando análisis de regresión para clasificar los países en diferentes categorías utiliza la renta y otros factores como

variables productoras; aplicar modelos de datos de panel, que con los datos temporales (2000-2020) y datos de corte longitudinal se puede emplear para examinar cómo las variaciones en los niveles de renta dentro de los países a lo largo del tiempo afectan a los indicadores esos habilidad ambiental; por último un análisis del Cluster para ayudar a identificar patrones y agrupamientos en los datos para ver los países con características similares proporcionalmente en su renta y sostenibilidad con el modelo de data panel.

En la investigación, en la parte de la introducción se presentan temas como el planteamiento del problema, la justificación de la investigación tanto nivel académico, político, social y económico, los objetivos tanto general como específico con el fin que tiene este artículo, la hipótesis nula y alternativa planteada, la pregunta de investigación y las limitaciones y de limitaciones presentadas durante el avance de esta investigación, es decir, las restricciones y límites que pueden ocurrir durante el proceso investigativo y el alcance al cual se quiere llegar.

El primer capítulo se enfoca a la investigación y análisis exhaustivo del marco teórico, el marco conceptual, el marco referencial y el marco legal de acuerdo al estudio. El capítulo aporta significativamente al ser un fundamento firme para el análisis del caso y fortalecer la comprensión del estudio. Dentro de este capítulo, se abordarán distintas teorías que influyen para la exploración del tema, al igual que los conceptos clave, los marcos legales para el estudio y las investigaciones referenciales que influyen y aportan al caso.

El segundo capítulo se dedica a detallar la metodología de la investigación que se realizó para abarcar el estudio, la cual está formada por una minuciosa recopilación de datos de fuentes primarias obtenidas, como el Banco Mundial, para el análisis de los indicadores a investigar.

Luego se presentan tanto el objetivo principal como los específicos, detallando los procesos y estrategias que se emplearon para llegar a aquellos. En la metodología aplicada se detalla el enfoque dado en la respectiva investigación sobre los datos obtenidos y el enfoque del estudio; el alcance al que se quiere medir con la correlación de los datos y la muestra a tratar.

En el tercer capítulo se abordará el análisis de los resultados que han sido obtenidos en el estudio, de una forma descriptiva detallando paso a paso las variables que se han utilizado en los modelos, sus diferentes segmentaciones y tratamientos para llevar a cabo con las discusiones, conclusiones y las recomendaciones respectivas de la presente investigación.

## **Planteamiento Del Problema**

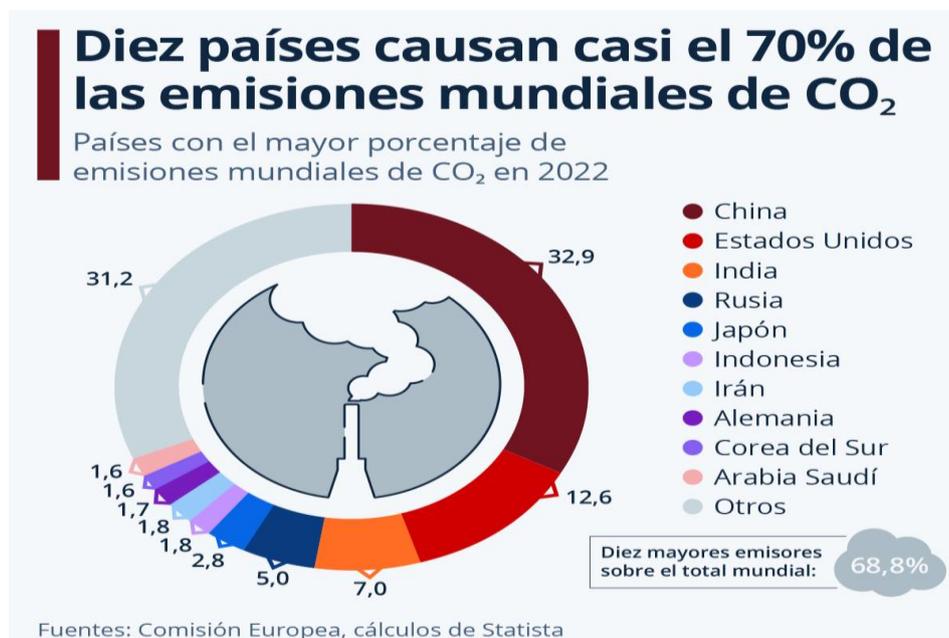
Según un artículo del sitio El Confidencial Romero (2021), nos describe como la Agencia Internacional de Energía (AIE) ha advertido que los esfuerzos actuales para cumplir los objetivos del Acuerdo de París no son suficientes. A pesar del rápido crecimiento de las energías renovables, la demanda de combustibles fósiles sigue aumentando, lo que genera mayores emisiones de CO<sub>2</sub>. El informe de la AIE destaca la necesidad de triplicar la inversión en energía limpia durante la próxima década, con más de 4 billones de dólares en financiación adicional para evitar impactos climáticos graves. Además, la agencia predice que incluso los compromisos actuales reducirán las emisiones en sólo un 40% para mediados de siglo, muy por debajo de los niveles necesarios para limitar el calentamiento global a 1,5°C. Nuestra continua dependencia de los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo nos impide avanzar hacia un futuro más sostenible y podría provocar inestabilidad energética en las próximas décadas.

En un comunicado de prensa, la ONU, (2023) informa que, de las cerca de 140 metas establecidas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la mitad están muy lejos de la trayectoria deseada. Además, más del 30% de estas metas no han mostrado ningún progreso

o, peor aún, han retrocedido en comparación con la situación de 2015. Adicionalmente, los efectos combinados de la crisis climática, la guerra en Ucrania, las sombrías perspectivas económicas globales y las consecuencias persistentes de la pandemia de COVID-19 han evidenciado fallos sistémicos y han obstaculizado significativamente el progreso hacia estos objetivos.

Roa (2023), indica en un artículo de Statista que varios países son responsables de poco más de dos tercios de las emisiones de dióxido de carbono del mundo. Diez países representan aproximadamente el 69 por ciento de las emisiones globales de este gas de efecto invernadero. China recoge la mayor parte de las emisiones del mundo, alrededor del 33%. Según el informe del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea 'Emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo', los gigantes asiáticos, Estados Unidos y la India, representan poco más de la mitad de las emisiones globales, incluida la huella de carbono de todos los países durante el 2022.

*Figura 1*  
*Resumen de países causantes de las emisiones de CO<sub>2</sub>*



Según otro informe de Statista Orus, (2024) menciona que durante las últimas 2 décadas las emisiones de CO2 han incrementado de manera exponencial. A principios del siglo XXI eran de 23.500 Millones de TONS, pero en 2019 incrementaron en un 36%. Menciona también que las predicciones apuntan a un incremento de 2500 Millones de TONS si se compara con años anteriores específicamente 2022 y 2023.

En diversos países a nivel mundial se han publicado estudios y evidencia empírica de que falta un mayor esfuerzo en el impulso del camino hacia la sostenibilidad ambiental. De acuerdo con una cita de Msuya (2019), "La información científica es clara. La salud y la prosperidad humanas están directamente relacionadas con el estado del medio ambiente. Este informe construye una perspectiva de la humanidad: nos encontramos en una encrucijada. ¿Continuamos por nuestra ruta actual, que nos llevará a un futuro sombrío, o escogemos el camino del desarrollo sostenible? Esa es la elección que deben hacer nuestros líderes políticos, ahora". Esto nos conduce hacia un futuro donde el mundo debe tomar una decisión ya que la información existe, pero no se han tomado acciones a un tema donde cada día es más relevante.

En un estudio de la ESA (European Spacial Agency) donde National Geographic, (2024) hace referencia a que el cambio climático y la degradación, al igual que la deforestación, provocan que el carbono almacenado se libera de nuevo a la atmósfera, afectando principalmente las zonas climáticas húmedas. Adicionalmente, se menciona que en la última década la deforestación ha arrasado con 43 millones de hectáreas de suelo en todo el mundo, acabando con los bosques y selvas a una escala mundial impactando negativamente la calidad de los suelos. En datos más actuales, se reporta que, según Mongabay, (2024), hacen referencia al análisis de imágenes satelitales llevado a cabo por la Universidad de Maryland, en 2023 el planeta perdió 3,7 millones de hectáreas de bosques primarios. Brasil, Bolivia, Perú y Colombia figuran entre los diez países que más bosques perdieron el año pasado. Mientras Brasil y

Colombia lograron reducir la tasa de deforestación en 2023, la pérdida de bosques continúa sin control en Bolivia y Perú.

Los indicadores que existen de sostenibilidad ambiental están en números rojos según diversos medios, sin embargo, no se ven tendencias de mejoras a nivel mundial, según un artículo de El Confidencial, (2023) con datos de Global Footprint Network (GFN), donde indica que según las estimaciones cada ser humano del mundo necesita 1,75 planetas para lograr satisfacción de sus necesidades, según los resultados, la demanda de los habitantes superó el 70% de la capacidad de los ecosistemas del mundo. En otras palabras, la demanda ha superado a la oferta de capacidad de regeneración del ecosistema.

Otro de los indicadores de medición ambiental a nivel mundial es la extracción anual de agua dulce según menciona la ONU, (2020) en las últimas dos décadas, la cantidad de agua dulce disponible por persona ha caído más del 20% debido al crecimiento poblacional y al desarrollo económico, fenómenos que se han visto agravados por el cambio climático. De no implementarse medidas efectivas, esta tendencia continuará, advirtió la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) este jueves. En América Latina, la disponibilidad de agua por persona ha disminuido un 22%, en el sur de Asia un 27% y en África Subsahariana hasta un 41%. En esta última región, alrededor de 50 millones de personas habitan áreas donde la sequía severa causa impactos catastróficos en las tierras de cultivo y pastizales aproximadamente una vez cada tres años.

El problema principal que se detecta es que los indicadores de medición medioambiental están desactualizados de las fuentes mundiales como son CEPAL, Banco Mundial o el FMI. El último registro sólo está disponible hasta el 2020, lo cual hace difícil realizar una toma de decisiones cuando existe una limitada cantidad de datos desactualizados.

Según Bretton Woods Project, (2019) una de las principales críticas a las entidades mundiales es el enfoque centrado en el crecimiento económico para reducir la pobreza, promovido tanto por el Banco Mundial como por el FMI, tiene consecuencias ambientales significativas, como se refleja en el agravamiento de la crisis climática. Sir Nicholas Stern, ex-jefe economista del Banco Mundial, destacó en 2007 que el cambio climático representa el fracaso de mercado más grande que el mundo ha enfrentado.

Desde sus inicios, las Instituciones Financieras Internacionales han influido en la promoción de fuerzas globales que han contribuido a este fallo del mercado al enfatizar el crecimiento económico como el núcleo de su modelo de desarrollo, a pesar de que la evidencia, como menciona el informe Deaton, muestra resultados mixtos en la relación entre crecimiento económico y reducción de la pobreza. Aunque el Banco Mundial y, en menor medida, el FMI han intentado incorporar factores ambientales y climáticos en sus operaciones en las últimas décadas, estos esfuerzos han sido principalmente para integrar estas preocupaciones dentro de un marco de desarrollo basado en el crecimiento.

Últimamente observamos noticias, informes o acontecimientos donde advierte el cambio climático y calentamiento global donde se hace referencia a cómo las actividades humanas de producción han impactado de manera negativa, según un artículo de la BBC, (2024) "Esto va mucho más allá de lo que se consideraría aceptable", indicó el profesor Bob Watson, presidente del organismo climático de la ONU, en la entrevista del programa "Today de BBC Radio 4". También añadió y enfatizó sobre las inundaciones sequías y olas de calor que se han vivido en todo el mundo, enfatizando los problemas medioambientales y el deterioro de la calidad del agua (Watson 2024).

Las Naciones Unidas (2024) en su portal nos describen el papel que tiene la energía, es tanto una causa central del cambio climático como un factor clave para su resolución. La

generación de energía, especialmente a través de la quema de combustibles fósiles, es responsable de una gran parte de los gases de efecto invernadero que retienen el calor del sol en la atmósfera. Los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, son los principales contribuyentes al cambio climático, representando más del 75 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y cerca del 90 % de las emisiones de dióxido de carbono. La ciencia indica que, para atenuar los efectos más severos del cambio climático, es crucial reducir las emisiones a la mitad para 2030 y lograr emisiones netas cero para 2050. Esto implica el cambio desde los combustibles fósiles hacia fuentes de energía alternativas que sean limpias, accesibles, asequibles, sostenibles y fiables. Las energías renovables, como las provenientes del sol, el viento, el agua, los residuos y el calor terrestre, son abundantes y naturales, generando pocas o ninguna emisión contaminante. A pesar de que los combustibles fósiles todavía representan más del 80 % de la producción mundial de energía, las fuentes limpias están progresando, con cerca del 29 % de la electricidad actual generada a partir de energías renovables.

Un indicador ambiental importante para los seres humanos en el diario vivir son las áreas forestales y la superficie. Según la FAO ((Food and Agriculture Organization) esto indica la necesidad de cambiar las prácticas tradicionales de la agricultura por enfoques más sostenibles debido a su impacto negativo en el medio ambiente y el efecto en la productividad a largo plazo. La agricultura convencional ha causado serios problemas, como la degradación del suelo, que afecta alrededor del 33% de la superficie terrestre dedicada a la agricultura, disminuyendo su capacidad productiva y aumentando la erosión. El uso intensivo de recursos naturales es otra preocupación, ya que la agricultura consume cerca del 70% del agua dulce disponible a nivel mundial, ejerciendo presión sobre estos recursos y resaltando la necesidad de técnicas que optimicen su uso. Además, el uso en exceso de los fertilizantes y pesticidas tienden a provocar la contaminación del agua y el suelo, esto como consecuencia afecta la salud humana

y del ecosistema acuático. Esta situación también tiene un impacto económico significativo, ya que la disminución de la productividad por la degradación y la contaminación puede reducir la rentabilidad de la producción agrícola. Por lo tanto, es crucial adoptar prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación, la agroforestería y el manejo integrado de plagas, para preservar los recursos naturales, mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas y garantizar una viabilidad económica y ambiental a largo plazo.

## **Justificación**

### **Económica**

Desde la perspectiva académica, la relación existente entre los niveles de renta de los países con los indicadores de sostenibilidad ambiental es esencial analizarla debido a la correlación entre el crecimiento económico de un país y su nivel de sostenibilidad ambiental. La tendencia de la mayoría de los países es priorizar su crecimiento económico sin tener como prioridad la importancia de las condiciones ambientales, por lo que a largo plazo generará una degradación ambiental (Banco Mundial, 2020). Lo que se indaga en esta tesis es si a mayor nivel de renta de un país hay mayor explotación de sus recursos naturales o viceversa; al igual que investigar la sostenibilidad de un país dependientemente de su PIB, de manera proporcional. La importancia de esta investigación también abarca sobre las políticas públicas de sostenibilidad de los países para promover la importancia del manejo de los recursos naturales adecuadamente y su crecimiento económico, por lo que señala Stern (2004), “el desarrollo sostenible requiere una integración equilibrada entre el crecimiento económico y la protección ambiental” (p. 23).

### **Política**

En el lado político, la relación de los niveles de renta y los indicadores de sostenibilidad ambiental es importante para la aplicación de políticas públicas que puedan

generar un equilibrio entre el crecimiento económico de un país y su buen manejo de los recursos naturales. Los formuladores de políticas a menudo enfrentan el desafío de equilibrar las demandas de desarrollo económico con la necesidad de proteger los recursos naturales y el medio ambiente. La teoría del crecimiento verde, promovida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2011), sugiere que es posible desacoplar el crecimiento económico del deterioro ambiental mediante políticas e inversiones adecuadas. Esta tesis pretende explorar cómo las diferentes estructuras políticas y niveles de renta influyen en la implementación de políticas ambientales efectivas. Como argumenta Porter (1991), “las políticas ambientales bien diseñadas no solo pueden proteger el medio ambiente sino también estimular la innovación y la competitividad económica” (p. 121). Al proporcionar un análisis comparativo de diversos países, esta investigación puede ofrecer recomendaciones valiosas para los responsables políticos que buscan promover un desarrollo económico sostenible.

## **Social**

Desde la perspectiva social la relación entre los niveles de renta y los indicadores de sostenibilidad ambiental es muy significativa debido a las prácticas ambientales de la sociedad y su capacidad para afrontar el mejor uso de los recursos y crecer y desarrollarse económicamente. Según la teoría de la justicia ambiental, los efectos negativos de la degradación ambiental a menudo afectan de manera desproporcionada a las comunidades de bajos ingresos (Bullard, 1993). En esta tesis se verificará cómo los niveles de renta de los países influyen en la igualdad ambiental que buscan lograr las sociedades, siendo un referente la importancia de la sostenibilidad ambiental. La investigación presente indicará cómo el crecimiento de las actividades económicas pueden asociarse con la mejora de los indicadores de sostenibilidad ambiental para llevar a cabo una mejor calidad medioambiental para la sociedad y a su vez una mejora económica, considerando el bienestar social en varios aspectos económicos. Como destaca Agyeman (2005), “la sostenibilidad ambiental no puede ser

alcanzada sin considerar la equidad social y la justicia” (p. 45). Este enfoque permitirá una comprensión más integral de las intersecciones entre la economía, la sociedad y el medio ambiente.

### **Académica**

Desde una perspectiva académica, esta tesis se posiciona en la intersección de varias disciplinas, incluyendo la economía, la ciencia política, la sociología y los estudios ambientales. La relación entre los niveles de renta y los indicadores de sostenibilidad ambiental es un tema complejo que requiere un análisis multidimensional. Estudios previos han abordado aspectos específicos de esta relación, pero hay una necesidad de investigaciones que integren estas diferentes perspectivas para proporcionar una visión más amplia con datos generales de todos los países.

Esta tesis contribuirá al avance del conocimiento en este campo al aplicar metodologías cuantitativas y cualitativas para analizar datos a nivel global, ofreciendo así una evaluación exhaustiva y matizada de las dinámicas estudiadas. Como señalan Daly y Farley (2011), “la sostenibilidad ambiental y el bienestar económico son objetivos interrelacionados que requieren un enfoque interdisciplinario para su análisis y promoción” (p. 67). Este trabajo no solo llenará un vacío en la literatura existente, sino que también proporcionará una base sólida para futuras investigaciones y debates académicos sobre la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico con los datos generales ya proporcionados y se relación tanto si es significativa o no.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar la relación de los niveles de renta de los países a nivel global y los índices de sostenibilidad ambiental en el periodo 2000-2020.

### **Objetivo Específico**

- Definir las Teorías claves económicas y medioambientales.
- Comparar el comportamiento de los índices de sostenibilidad entre los países clasificados por sus distintos niveles de ingreso en el periodo 2000-2020 para identificar patrones o tendencias significativas en el tiempo.
- Analizar cómo los distintos niveles de renta (bajo, medio, alto) en los países influyen en sus índices de sostenibilidad.
- Establecer un antecedente para futuras investigaciones de economía circular y sostenibilidad ambiental para la ciudadanía y la academia.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es la naturaleza de la relación entre los niveles de ingreso global y los índices de sostenibilidad ambiental durante el período 2000-2020, considerando tanto relaciones directas como inversas?

¿La ubicación geográfica es un factor determinante para el comportamiento del PIB y su impacto en los indicadores de sostenibilidad ambiental a nivel global durante 2000-2020?

### **Hipótesis**

Hipótesis Nula (H0): Los distintos niveles de renta global tienen un efecto significativo en el comportamiento de los índices de sostenibilidad ambiental.

Hipótesis Alternativa (H1): Los distintos niveles de renta global no tienen un efecto significativo en el comportamiento de los índices de sostenibilidad ambiental.

### **Limitaciones**

La presente investigación está sujeta a los datos obtenidos de bases de datos de instituciones a nivel mundial tales como Banco Mundial, Cepal, FMI (Fondo Monetario Internacional) lo cual se espera que sea de calidad y real, adicional cabe destacar que el indicador macroeconómico del PIB tiene datos actualizados hasta el 2023 mientras que los indicadores de sostenibilidad ambiental y economía circular solo se encuentran actualizados hasta el 2021 lo que limita el alcance temporal de la investigación. La naturaleza de los datos como variables no observables se prevé una fuerte dispersión de los datos.

### **Delimitaciones**

- Periodo de análisis 2000-2020 datos de corte longitudinal
- Investigación que analiza únicamente el PIB a nivel global se excluyen otras variables macroeconómicas.
- Datos macroeconómicos e índices de sostenibilidad a nivel global.
- Marco teórico que abarca la investigación es generalmente de teorías económicas donde incorporan la variable medioambiental en su estructura.

# Capítulo 1: Marco Teórico

## Marco teórico

El desarrollo sostenible de los países es una constante preocupación de los hacedores de políticas públicas y de la sociedad en general. Cada año, son más las iniciativas globales que buscan establecer lineamientos económicos, políticos y legales que permitan el crecimiento económico de las economías sin afectar directamente al medio ambiente.

El último reporte de crecimiento del Foro Económico Mundial aborda los obstáculos que el mundo enfrenta para continuar mejorando los estándares de vida. “La pregunta clave para este momento crucial no es si el mundo todavía necesita crecimiento económico, sino cómo se logra ese crecimiento y si está alineado con otras prioridades nacionales e internacionales importantes” (World Economic Forum, 2024). En ese sentido, son varias las teorías económicas que se han desarrollado y que buscan establecer una relación entre el crecimiento económico con el estado del entorno ambiental.

En última instancia, las teorías económicas funcionan como base para entender cómo el nivel de desarrollo de un país puede incidir sobre sus indicadores de sostenibilidad y qué acciones pueden tomarse para mejorarlos. En este capítulo se revisarán las principales teorías relacionadas al eje de investigación propuesto, con un enfoque en la sostenibilidad del medio ambiente.

## Teoría del crecimiento económico de Kuznets

Simon Kuznets fue un economista ruso que estableció una relación entre el crecimiento económico y el nivel de desigualdad de los países. La denominada ‘Curva de Kuznets’, representada en forma de una ‘U’ invertida, indica que conforme una economía crece, experimenta mayores niveles de desigualdad e inequidad en la distribución de la renta. Esta hipótesis tiene como objetivo ilustrar “el comportamiento y la relación de estas dos variables a

medida que una economía se desarrolla de una sociedad agrícola rural principalmente a una economía urbana industrializada” (Moffat, 2019).

La teoría sostiene que existe un punto en donde la desigualdad alcanza un máximo, a partir del cual se genera un punto de inflexión, en donde la desigualdad empieza a disminuir conforme las economías continúan un crecimiento sostenido. Es una de las teorías de desarrollo económico más conocidas a nivel mundial, con Simon Kuznets siendo galardonado con el Premio Nobel de Economía en 1971 por sus investigaciones realizadas en el ámbito del crecimiento económico.

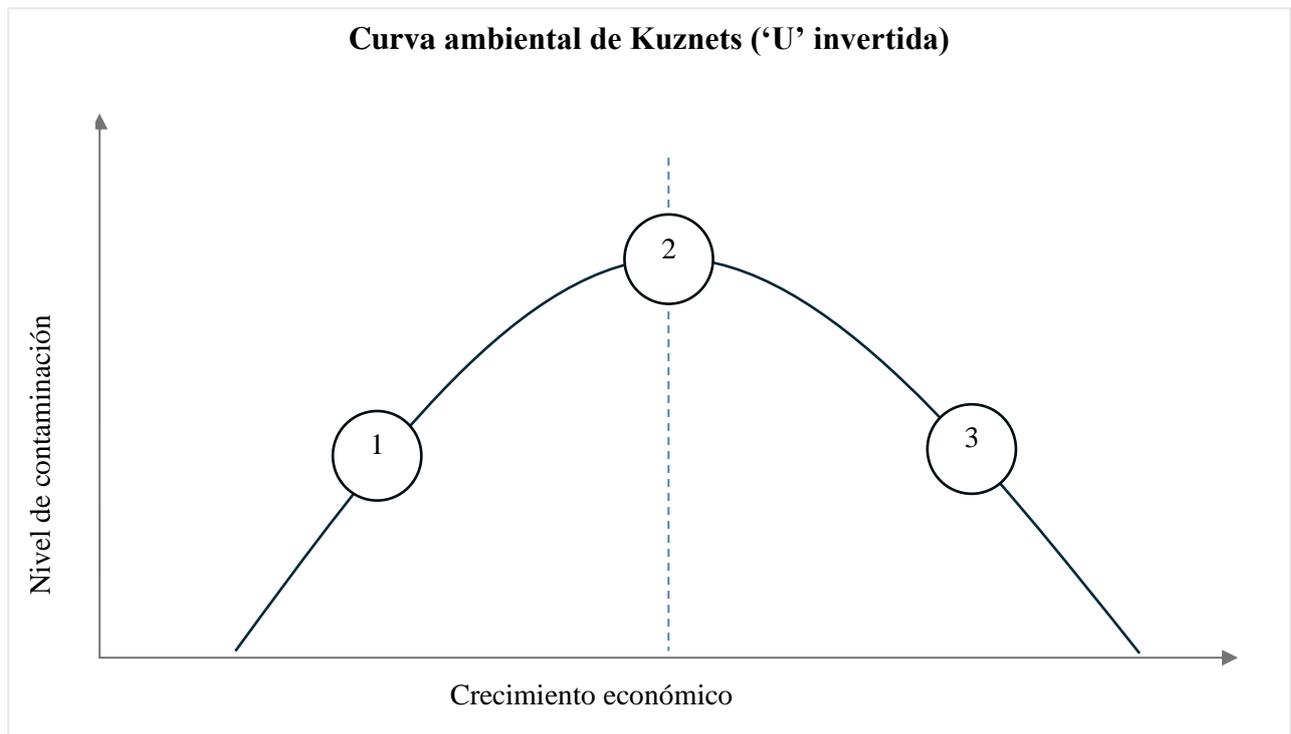
Desde su inicial postulación a mediados del siglo XX, la Curva de Kuznets no ha escapado a las críticas por algunas falencias en su diseño, principalmente en la reducción de la desigualdad en el largo plazo. “Los críticos dicen que la Curva de Kuznets no refleja una progresión promedio del desarrollo económico para un país individual, pero es en realidad una representación de las diferencias históricas en desarrollo económico y desigualdad entre países (Moffat, 2019).

No obstante, esta teoría continúa siendo considerada un referente en el análisis de los cambios temporales en la desigualdad de un país. “La curva de Kuznets ha ofrecido valiosas perspectivas sobre la dinámica de la desigualdad de ingresos y el desarrollo económico. A pesar de sus limitaciones, la curva de Kuznets proporciona un marco para que los responsables de la formulación de políticas aborden las disparidades de ingresos” (Ansari, 2023).

Dentro de la rama de economía ambiental, la Curva de Kuznets también ha sido utilizada para establecer similitudes entre el nivel de renta de un país con indicadores de sostenibilidad ambiental, donde las interpretaciones son similares tanto para países desarrollados y en vías de desarrollo. Esta curva igual mantiene la característica de ser una ‘U’

invertida, y está representada por tres fases de nivel de contaminación ambiental en relación al crecimiento económico, como se observa a continuación:

*Figura 2*  
*Curva ambiental de Kuznets en U invertida*

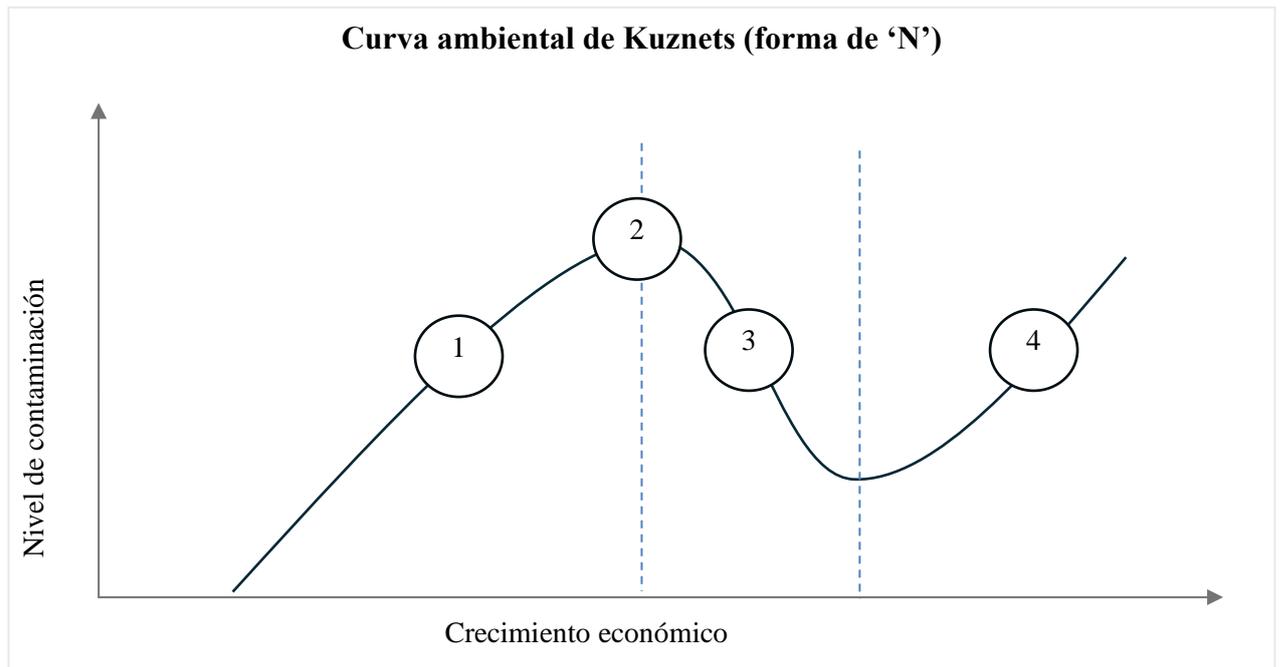


1. Primera fase: conforme las economías crecen, experimentan un incremento en sus niveles de contaminación ambiental.
2. Punto de inflexión: En un punto durante el nivel de crecimiento, el nivel de contaminación se detiene a pesar de que todavía existe un crecimiento económico sostenido.
3. Tercera fase: las economías continúan experimentando niveles de crecimiento económico y menores niveles de contaminación ambiental, conforme se establecen políticas ambientales que reduzcan los niveles de degradación ambiental.

Sin embargo, la evidencia empírica no ha respaldado en su totalidad que los países disminuyen sus niveles de contaminación conforme han mantenido su crecimiento sostenido, por la cual investigadores y académicos han planteado una segunda CAK, esta vez en forma de

‘N’, agregando una cuarta fase que explica mejor la tendencia en la contaminación ambiental a lo largo del tiempo, con implicaciones adicionales sobre el nivel de sostenibilidad de los países desarrollados y en vías de desarrollo:

*Figura 3*  
*Curva ambiental de Kuznets en N*



Catalán (2014) argumenta que la CAK en forma de ‘N’ tiene una mejor aproximación a la evidencia empírica, ya que considera un mayor nivel de complejidad en las economías, al mismo tiempo que recoge un horizonte temporal más amplio que la CAK en forma de ‘U’ invertida.

### **Teoría del crecimiento endógeno**

Una segunda teoría económica con aplicaciones contemporáneas al desarrollo sostenible de los países es la teoría del crecimiento endógeno. Propuesta a finales del siglo XX y desarrollada por varios economistas de la época, esta línea de pensamiento sostiene que el crecimiento económico de un país se deriva de fuerzas internas dentro de la economía, tales como el capital humano, la inversión en capital y la tecnología, las mismas que impulsan el

progreso técnico para mejorar las condiciones de vida de una sociedad. “El crecimiento endógeno ocurre como resultado de las fuerzas generadas dentro del sistema y no debido a fuerzas externas al sistema. También puede considerarse como un crecimiento resultante de las acciones de los agentes económicos dentro del sistema” (Chandra, 2022).

Paul Romer, uno de los principales exponentes del modelo endógeno, argumentaba que la existencia de incentivos económicos eran las fuerzas que llevaban a emprendedores e investigadores dentro del sistema a generar el progreso tecnológico, algunas de estas siendo políticas tributarias, educación, inversión en I&D, entre otros (Jones, 2019). Esta teoría resalta también el hecho que las iniciativas de innovación puedan originarse tanto desde el sector público como privado y que estas generan retornos crecientes de escala.

Siddiqui (2020) argumenta que el marco institucional es crítico dentro del surgimiento de la innovación empresarial, el cual es la principal causa dentro de los procesos de mejoramiento tecnológico. Jiménez (2012) hace especial énfasis en la existencia de políticas públicas efectivas que favorezcan la acumulación de capitales, puesto que de ellas dependen el incremento o disminución del incentivo económico privado: “Las instituciones afectan al crecimiento económico porque de ellas depende la eficiencia de la economía. Una economía ineficiente es aquella que necesita muchos recursos para producir una cantidad determinada” (Jiménez, 2012).

Adicionalmente, el capital humano es un elemento clave en la generación de los rendimientos crecientes de escala dentro de esta teoría. “La experiencia y el aprendizaje, la transferencia de conocimientos por la incorporación de capital físico y/o la educación formal son motivos suficientes para generar derrames que desencadenan un proceso de crecimiento sostenido de la economía” (Gaviria, 2007). Este llamado efecto ‘derrame’ es la consecuencia

que el avance tecnológico tiene sobre el uso de los factores económicos a través de múltiples periodos de crecimiento. Siddiqui (2020) aborda también esta cuestión:

Factores como la acumulación de capital humano, la investigación y el desarrollo y las externalidades asociadas en forma de aprendizaje influyen en la acumulación de tecnología. Esto estaría sujeto a un retorno creciente a escala, haciendo que los retornos sean indiferentes a la acumulación de capital y manteniendo el impulso de crecimiento a largo plazo (Siddiqui, 2020).

El autor luego indica que la falta de acumulación de estos factores sería el motivo principal por el cual las naciones en vías de desarrollo pueden mostrar crecimientos estables en su economía, pero con menores niveles de productividad.

La teoría del crecimiento endógeno contrasta directamente con las teorías neoclásicas, las cuales argumentaban que las intervenciones del Estado generaban efectos únicamente temporales y que el capital podía mostrar retornos marginales decrecientes. “La teoría neoclásica implica que los economistas pueden considerar la tasa de crecimiento a largo plazo como dada exógenamente desde fuera del sistema económico” (Howitt, 2000).

Gaviria (2007) establece también que la teoría del crecimiento endógeno elimina la suposición de un estado estacionario de las naciones, en donde la tasa de crecimiento de la economía está limitada por la tasa de crecimiento de la población. En ese sentido, la teoría del crecimiento endógeno no establece que el crecimiento de una economía esté limitado a eventos o sucesos externos que puedan favorecer su crecimiento en el largo plazo.

Siddiqui (2020), Jiménez (2012) y Gaviria (2007) realizaron una revisión de las teorías de crecimiento económico, en donde cada nueva ola de pensamiento buscaba aportar, complementar o desmitificar los supuestos establecidos por economistas anteriores, como se resume a continuación:

## Resumen Teorías clásicas

Tabla 1

Resumen de evolución de teorías del crecimiento económico

Teoría económica	Autor	Características
Teoría Clásica del Crecimiento	Adam Smith (1776)	Las economías están compuestas por tres factores productivos: trabajo (L), capital (K) y tierra (T). El crecimiento de la economía se logra a través del crecimiento de cualquiera de estos factores, a través del crecimiento poblacional, la inversión y la expansión de terrenos, respectivamente.
Teoría del cambio estructural	Rosenstein Rodan (1943)	Las economías se caracterizan por tener dos tipos de sectores: aquellos con baja productividad y bajos retornos y los sectores de alta productividad y altos retornos. El crecimiento económico se da a través de formas iniciales de especialización, a través de la asignación de los factores económicos únicamente a los sectores con mayor productividad.
Teoría neoclásica del crecimiento	Solow (1956) y Swan (1956)	En las economías existen dos factores productivos (trabajo y capital), cuyas magnitudes son ajustadas para alcanzar un nivel de equilibrio óptimo, en donde el progreso tecnológico es un factor exógeno que impulsa el crecimiento económico. En el estado estacionario, el crecimiento económico viene impulsado por la tasa de crecimiento poblacional, la cual es igual a la tasa de crecimiento de la tecnología. Cualquier desviación de la sustitución de factores (trabajo y capital) causaría una desviación en el crecimiento económico.

Teoría del crecimiento endógeno	Arrow (1962)	Esta teoría mantiene algunas premisas de los modelos neoclásicos, pero elimina el supuesto que el progreso tecnológico sea un factor exógeno a la economía. De esta forma, el crecimiento endógeno pone énfasis en la inversión en educación como un elemento clave que puede generar avances tecnológicos desde adentro, y que estos siempre generan retornos crecientes de escala.
	Kaldor (1962)	
	Romer (1986)	
	Lucas (1988)	
	Rebelo (1991)	
	Barro (1991)	
Teoría Schumpeteriana de Innovación	Schumpeter (1911)	El avance tecnológico es la única variable que puede impulsar el crecimiento sostenible en el largo plazo. En el estado estacionario, una economía puede dejar de crecer si es que desaparecen los esfuerzos de innovación y emprendimiento que son los generadores del avance tecnológico.

## Economía del Bienestar y Óptimo de Pareto

Una de las teorías más populares por su aplicación en la rama de economía pública es la economía del bienestar, la cual se basa en el uso de técnicas microeconómicas para evaluar el nivel de bienestar de los consumidores, tales como las funciones de la maximización de utilidad, el análisis costo-beneficio, óptimo de Pareto, entre otros. En síntesis, la economía del bienestar explora cómo los actores económicos asignan o distribuyen los recursos económicos para alcanzar un punto de equilibrio. “Es una sub-disciplina que consiste en la cuantificación y medición de los beneficios y/o costos de las diferentes alternativas en la

asignación de recursos escasos y de investigación de las bases estructurales de la política económica y social” (Jiménez y Duarte, 2007).

Otilio y Oslund (2014) abordan cómo el análisis del bienestar ha sido una preocupación constante por parte de distintas ramas del pensamiento económico: “son varias las escuelas que han intentado la construcción de la concepción de una teoría que permita la aproximación ideal del bienestar social, presentando problemas en la unificación de criterios de definición, aplicación, alcances, políticas y de consenso sobre la posibilidad y la manera de alcanzar el bienestar social”.

De manera similar, Leriche et al. (2009) consideran que la teoría del bienestar puede mostrar falencias al fundamentarse en el comportamiento enteramente racional de los individuos dentro de la economía, y que es sobre este supuesto que el hacedor de política pública genera su marco de acción. Bustamante (2017) realiza un análisis crítico sobre los fundamentos de la teoría del bienestar, concluyendo que, si bien sus supuestos sirven como una base para afrontar los problemas del desarrollo económico de los países, es necesario que cada circunstancia sea abordada de manera contextual, y que los economistas deben considerar todos los potenciales escenarios y variables relevantes para el planteamiento de soluciones concretas.

Un elemento clave analizado dentro de la teoría del bienestar es el concepto de equilibrio generado por el Óptimo de Pareto. Propuesto por el economista italiano Wilfredo Pareto en 1938, él plantea que: “una asignación de recursos tal, que cuando se compara con cualquiera otra, las partes involucradas están por lo menos en iguales condiciones de lo que estaban antes y por lo menos una de ellas está mejor de lo que inicialmente estaba” (Otilio y Oslund, 2014).

El análisis del Óptimo Pareto ha sido utilizado en varios estudios e investigaciones enfocados hacia la sostenibilidad del medio ambiente y el manejo eficiente de

los recursos naturales. De acuerdo con Hoel et al. (2019), el deterioro climático podría llevar a un fallo de mercado masivo a nivel global, por lo que existe evidencia empírica para plantear un nivel de equilibrio de Pareto que suponga mejoras para la economía global.

Dentro de las conclusiones del estudio, destaca que las actuales emisiones de CO<sub>2</sub> y los incrementos en la temperatura global se encuentran por encima del óptimo social, en donde los países que han implementado impuestos por emisiones podrían maximizar sus resultados al reducir su nivel de contaminación (Hoel et al., 2019). En otras palabras, el Óptimo de Pareto para un desarrollo sostenible de las economías implicaría una reducción en las emisiones actuales para mejorar tanto el bienestar social y la sostenibilidad del medio ambiente.

### **Teoría del Capital Natural**

Esta postulación teórica gira alrededor de la noción de la introducción de un factor económico adicional dentro de los modelos de crecimiento revisados hasta ahora: el medio ambiente y sus recursos como el capital natural de las economías. “En términos económicos, el capital natural representa las reservas, las ganancias y los intereses generados a partir de los bienes naturales” (BBVA, 2023).

Este concepto, más allá de ser una teoría asociada a algún modelo de crecimiento, supone el entendimiento del medio ambiente como un factor inherente a todos los sistemas económicos y que, al igual que el trabajo, los bienes de capital y la tecnología, es de suma importancia dentro del análisis de desarrollo. “El concepto de 'capital natural' está ganando aceptación internacionalmente a medida que crece el reconocimiento del papel central del entorno natural en el sostenimiento del bienestar económico y social” (Bateman y Mace, 2020).

En la actualidad, el concepto de capital natural es considerado clave dentro de las discusiones en torno al crecimiento económico sostenible de un país.

Las tendencias recientes en el cambio de los ecosistemas amenazan el bienestar humano debido a la disminución de los servicios ecosistémicos, una profecía sombría que ha movilizó a organizaciones de conservación, ecólogos y economistas a trabajar hacia valoraciones rigurosas de los servicios ecosistémicos a una escala espacial y con una resolución que pueda informar a la política pública (Kareiva et al., 2011).

Vial (2023) y Roca (2000) proponen incluso que la medición del capital natural posea tal grado de importancia, que debería incorporarse en el sistema de cuentas nacionales de un país. “El hecho de que los impactos ambientales son el aspecto oculto -no reflejado en la contabilidad- de las actividades que sí medimos en su aspecto positivo, obliga a que el análisis económico tenga que considerar estos aspectos si no quiere distorsionar la realidad” (Roca, 2000).

Rodríguez y Ruiz (2001) realizaron una revisión de aquellos modelos que permitían la incorporación del capital natural en sus postulados de crecimiento, identificando los vacíos teóricos que son incompatibles con el manejo sostenible de los recursos, entre ellos el hecho que el análisis de los recursos naturales no haya ocupado un espacio central en los debates históricos sobre desarrollo económico, sino que hayan sido relegados a una rama complementaria de las ciencias económicas.

Dicho concepto se remonta ya varias décadas atrás, con autores que ya habían identificado su importancia dentro del debate sobre los obstáculos al desarrollo que enfrenta la sociedad actual. “El problema de las repercusiones del crecimiento económico sobre el medio ambiente, así como las limitaciones que el segundo impone al primero no ha sido agotado, pues falta definir relaciones entre todas las variables involucradas” (Rodríguez y Ruiz, 2001). Voora y Venema (2008) habían planteado incluso que la incorporación de este factor podría ser la clave para un crecimiento sostenible. “El concepto de capital natural tiene el potencial de

reconciliar los intereses económicos y ambientales al integrar el valor del capital natural en la toma de decisiones”.

De manera similar, estudios recientes soportan esta noción de la integración de este concepto en el análisis macroeconómico y de políticas públicas. “Es esencial incorporar el capital natural en el análisis económico, especialmente en lo que concierne a la correcta evaluación de las perspectivas de crecimiento económico a mediano y largo plazo.” (Vial, 2023).

## **Bioeconomía**

Un área de estudio más contemporánea dentro del análisis del crecimiento económico es la bioeconomía, la cual se define como “una rama progresiva de las ciencias sociales que busca integrar las disciplinas de la economía y la biología con el único propósito de crear teorías que hagan un mejor trabajo explicando los eventos económicos utilizando una base biológica y viceversa” (Chen, 2022). De manera conjunta, los modelos bioeconómicos buscan incorporar información asociada al manejo de los recursos naturales dentro de los modelos económicos de crecimiento, con la finalidad de establecer un nivel de utilización óptima de los recursos del medio ambiente.

Pyka et al. (2022) identificaron que este tipo de modelos ofrecen lineamientos para la ejecución de políticas públicas asociadas a temas de cambio climático y sus respectivos impactos en el corto plazo. Otros estudios también sugieren que su aplicación es útil para determinar formas eficientes del uso de recursos económicos y ambientales. “La mayoría de los modelos bioeconómicos buscan niveles apropiados de stock y captura para asistir a los gestores de recursos, normalmente asumiendo que las condiciones ambientales son constantes” (Knolwer, 2002).

Aguilar et al. (2019) también ofrecen una perspectiva similar, resaltando la popularidad de la bioeconomía como un paradigma bajo el cual se considera que el crecimiento y desarrollo de los sistemas económicos necesita de un uso equilibrado y sostenible de los recursos biológicos renovables. Un reporte elaborado por el International Advisory Council on Global Bioeconomy incluso resaltó la importancia de la aplicación de la bioeconomía como un modelo de crecimiento sostenible en respuesta al declive económico global generado por el COVID-19. “La bioeconomía ofrece un gran potencial para contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático, tanto en términos de neutralidad de carbono como en la mejora de la resiliencia” (IACGB, 2020).

Angenendt et al. (2017) comentaron también sobre la importancia de incorporar el análisis de los recursos biogenéticos como una estrategia global para que las economías puedan abordar los desafíos geopolíticos a los que la sociedad actual se enfrenta, donde variables como el desarrollo demográfico, las preferencias del consumidor, uso del agua, disponibilidad de tierras, niveles de educación, demanda laboral son clave para el desarrollo de estrategias de política pública a través de diversos sectores.

No obstante, la literatura revisada implica que la aplicación efectiva de la bioeconomía y sus modelos requiere de la participación integral de todos los actores involucrados en cualquier proceso productivo. Castro y Lechthaler (2022) concluyeron que los desafíos de sostenibilidad relacionados al uso de tierra deberían ser abordados desde un punto de vista interdisciplinario, considerando el involucramiento de todos los *stakeholders* que forman parte de cualquier proceso productivo, con el objetivo de fortalecer la robustez de la modelación bioeconómica.

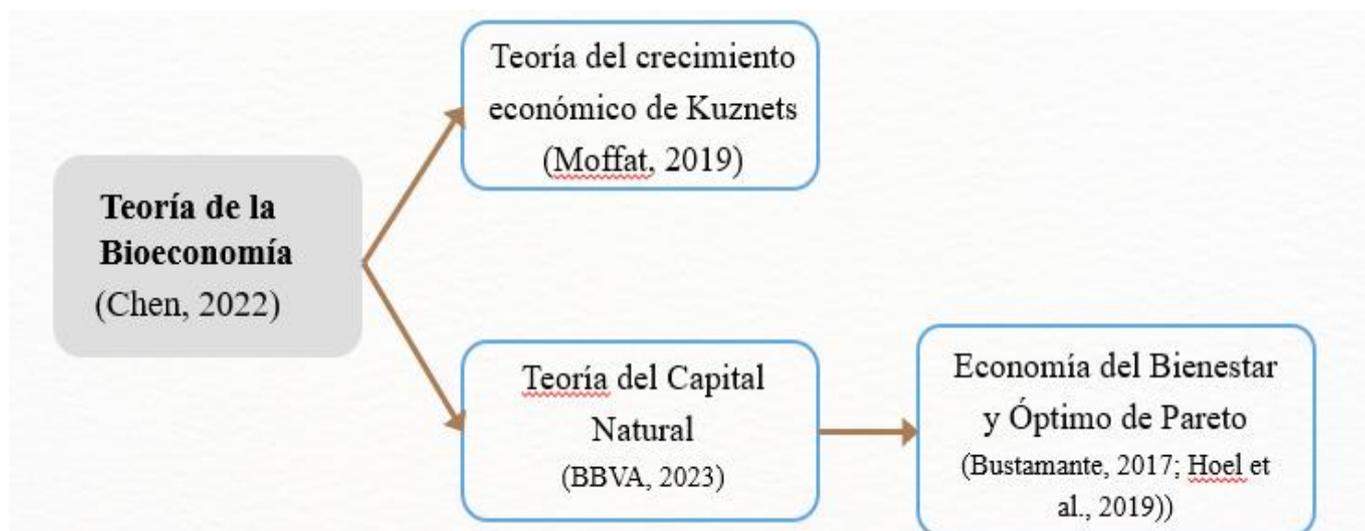
Por otro lado, Llorente y Luna (2015) considera que podría existir un *trade-off* entre la integración de varios aspectos dentro del modelo con la robustez de los resultados. Mouysset

et al. (2011) identificaron también que, dependiendo del tipo de indicadores ecológicos y económicos seleccionados, se observaban distintos resultados de su modelación, la cual estaba enfocada en la creación de una política pública asociada a la implementación de prácticas sostenibles en producciones agrícolas. “El análisis bioeconómico muestra varias soluciones para el compromiso entre ecología y economía. Estos resultados sugieren que hay muchas posibilidades disponibles para desarrollar una agricultura sostenible multifuncional” (Mouysset et al., 2011).

En efecto, el hecho de que todas las teorías revisadas están sujetas a críticas tanto teóricas como empíricas, refuerza la idea de que ningún modelo es perfecto en su diseño. Sin embargo, tampoco se descarta que los resultados obtenidos hayan perdido validez ante fallas o imperfecciones en la robustez de los resultados, y la sugerencia principal siempre gira en torno a mantener la continuidad de la investigación para identificar nuevos y mejores resultados.

*Figura*  
*Cuadro resumen del marco teórico*

4



## **Marco referencial**

### **Evidencia Empírica de la CAK**

Estudios realizados en torno de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), han respaldado parcialmente los supuestos de esta teoría a partir de la información empírica. Un artículo publicado por la Universidad de Guadalajara en 2021 sugiere que a pesar de que la relación entre crecimiento económico y medio ambiente no sea suficiente para explicar el desarrollo sostenible de un país a lo largo del tiempo, esta continúa mostrando cierto grado de validez. “Una CAK es una imagen parcial de una senda de contaminación amplia, compleja, donde los tiempos de asimilación y regeneración de la naturaleza son diferentes a los tiempos de mercado” (Olivares & Rodríguez, 2021).

No obstante, dado el impacto no reversible de algunos daños ambientales causados por la sociedad, así como la falta de identificación de variables adicionales dentro del análisis econométrico, la consistencia narrativa de esta teoría también ha perdido validez. Un estudio publicado en la National Library of Medicine se basó en la revisión de más de 200 artículos publicados sobre la CAK entre 1998 y 2022 para demostrar su validez empírica. “El camino de crecimiento trazado por la forma de U invertida no es eficiente, y el daño ambiental provocado en las primeras fases de la Curva Ambiental de Kuznets podría no ser reparable. Por lo tanto, el progreso tecnológico, la financiación climática y la transición energética podrían mejorar la evaluación de la Curva Ambiental de Kuznets” (Leal & Marques, 2022).

En relación con la identificación de variables consistentes con el modelo, Leal & Marques (2022) reforzaron la popularidad de la selección de las emisiones de CO<sub>2</sub> dentro de la construcción de modelos econométricos de la CAK, destacando que esta relación es la más común analizada, presente en cien de los doscientos artículos que fueron utilizados en la elaboración de dicha publicación. Otros autores han resaltado que el motivo se debe a la

consistencia de este indicador ambiental en la obtención de una Curva Ambiental de Kuznets frente a otros indicadores (Altıntaş & Kassouri, 2020).

Olivares y Rodríguez (2021) toman como ejemplo el caso de China, país responsable de más del 25% de las emisiones de carbono en el mundo y que en el año 2014 había alcanzado un punto máximo en su nivel de contaminación, a partir del cual había mostrado un decremento en los siguientes años, aparentemente alineándose con los supuestos de la CAK.

Sin embargo, los autores resaltaron también que el análisis de la CAK de cada provincia carecía de un carácter aditivo, en donde distintos ritmos de crecimiento y desarrollo económico en el país generan alteraciones en los datos utilizados para la elaboración de una CAK nacional. “China tiene un efecto redistribución de las emisiones hacia el interior de su país, las provincias orientales transfieren contaminación a la región central, reduciendo la presión en algunas partes y aumentando en otras por la implementación de su política” (Olivares y Rodríguez, 2021). Esta última idea podría poner a consideración que incluso el análisis individual de un país podría ser erróneo, si no se realizan correcciones por temporalidad y por nivel socioeconómico a nivel regional o provincial.

El cumplimiento parcial de los supuestos de la CAK obedece también a la calidad y la consistencia de la información empírica disponible. Un estudio de la FLACSO Ecuador buscó utilizar la información empírica para la construcción de una CAK para países con al menos 20 observaciones válidas de emisiones de carbono entre 1961 y 2011, con el objetivo de demostrar la validez de la teoría.

A pesar de tener resultados positivos, estos no fueron suficientes para las variables analizadas del PIB per cápita y el CO<sub>2</sub> per cápita. “Los resultados muestran que a partir de un ingreso per cápita de \$22.258 (US 2005) las emisiones de CO<sub>2</sub> se estabilizan (no aumentan ni

disminuyen). Es decir, si no se cumple la curva ambiental de Kuznets, se cumpliría una forma débil de la CAK” (Falconí, Burbano y Cango, 2016).

Esta incertidumbre en torno a una validez parcial de la CAK ha llevado a economistas a replantearse la forma del modelo, migrando de la tradicional noción de una ‘U’ invertida que representa tres etapas, a la adopción de una ‘N’ en donde se considera una cuarta etapa en el nivel de crecimiento económico y polución. Esta adición sugiere que, si la innovación tecnológica no es suficiente para contrarrestar la velocidad de un crecimiento económico constante en economías desarrolladas, la contaminación ambiental puede reaparecer.

Las investigaciones iniciales proporcionaron una base teórica sólida y evidencia empírica para la EKC en forma de U invertida. Sin embargo, con la creciente urgencia de mitigar el cambio climático, hemos observado que muchos países desarrollados están luchando con la degradación ambiental, el alto consumo de energía y las emisiones de carbono. Esto nos obliga a comenzar a considerar la EKC global en forma de N. (Wang, Li & Li, 2024).

Los resultados de esta investigación indicaron que la robustez de una CAK en forma de “N” persiste a lo largo de todas las pruebas y variables utilizadas, lo cual tendría implicaciones mucho más fuertes sobre el estado actual de las economías desarrolladas y su incidencia en los niveles de sostenibilidad ambiental. Ante esta situación, los autores sugieren que existe la necesidad de trabajar aún más en regulaciones ambientales e innovaciones en tecnologías limpias que puedan contrarrestar el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en una etapa de desarrollo adicional al modelo original planteado por Kuznets. (Wang, Li & Li, 2024).

En relación con los países en vías de desarrollo, resulta interesante considerar los hallazgos en torno al funcionamiento de la CAK al revisar la información empírica de estas economías. Un estudio inicial realizó estimaciones sobre una muestra de datos de panel de 144 países durante un periodo de 20 años; se determinó que existía una relación positiva entre el

PIB per cápita y las emisiones per cápita de dióxido de carbono, formando así una CAK en forma de 'N' (Catalán, 2014).

De manera general, la literatura revisada tiende a reforzar la robustez de las premisas de una CAK en forma de N, al mismo tiempo que indican que la falta de instituciones sólidas en estos países es el motivo detrás de falencias en su aplicación. “La desigualdad en la distribución del ingreso y la fragilidad del marco institucional en materia ambiental debilitan los principales fundamentos que sostienen esta hipótesis” (Zilio, 2012). La autora menciona también que, ante la falta de políticas públicas con relación al cuidado ambiental, se elimina cualquier tipo de incentivo para normar la actividad de los individuos y las empresas, con lo que se podrían llegar a procesos productivos nocivos y contaminantes para el medio ambiente.

Estas investigaciones que validan los supuestos de la CAK en países en vías de desarrollo ponen en evidencia la importancia del rol de las instituciones en la elaboración de políticas públicas enfocadas al cuidado del medio ambiente. En ese sentido, resulta crucial que los países que son institucionalmente más débiles y propensos a incurrir en niveles de contaminación difíciles de revertir necesiten de políticas ambientales sólidas que puedan disminuir los efectos de la degradación (Zilio, 2012). “Los países con bajo ingreso per cápita tienden a elevar las emisiones per cápita y con ello el deterioro ambiental, debido a que la explotación de los recursos naturales se realiza con las tecnologías no eficientes y la extracción de los recursos naturales excede a su conservación” (Catalán, 2014).

Hunjra et al., (2024) también identificaron que la inversión extranjera directa generaba mayores emisiones de carbono, “lo que sugiere que se debe considerar cuidadosamente el tipo de inversión y los marcos regulatorios”. Los autores también destacaron el hecho que algunas economías han logrado adoptar prácticas más amigables con el medio ambiente, conforme han experimentado periodos de crecimiento económico. (Hunjra et al.,

2024). Por otro lado, Sánchez (2018), identificó que existían aproximaciones más evidentes de la CAK en países de ingresos medios y bajos, mientras que en países más desarrollados no se observaba un ajuste robusto.

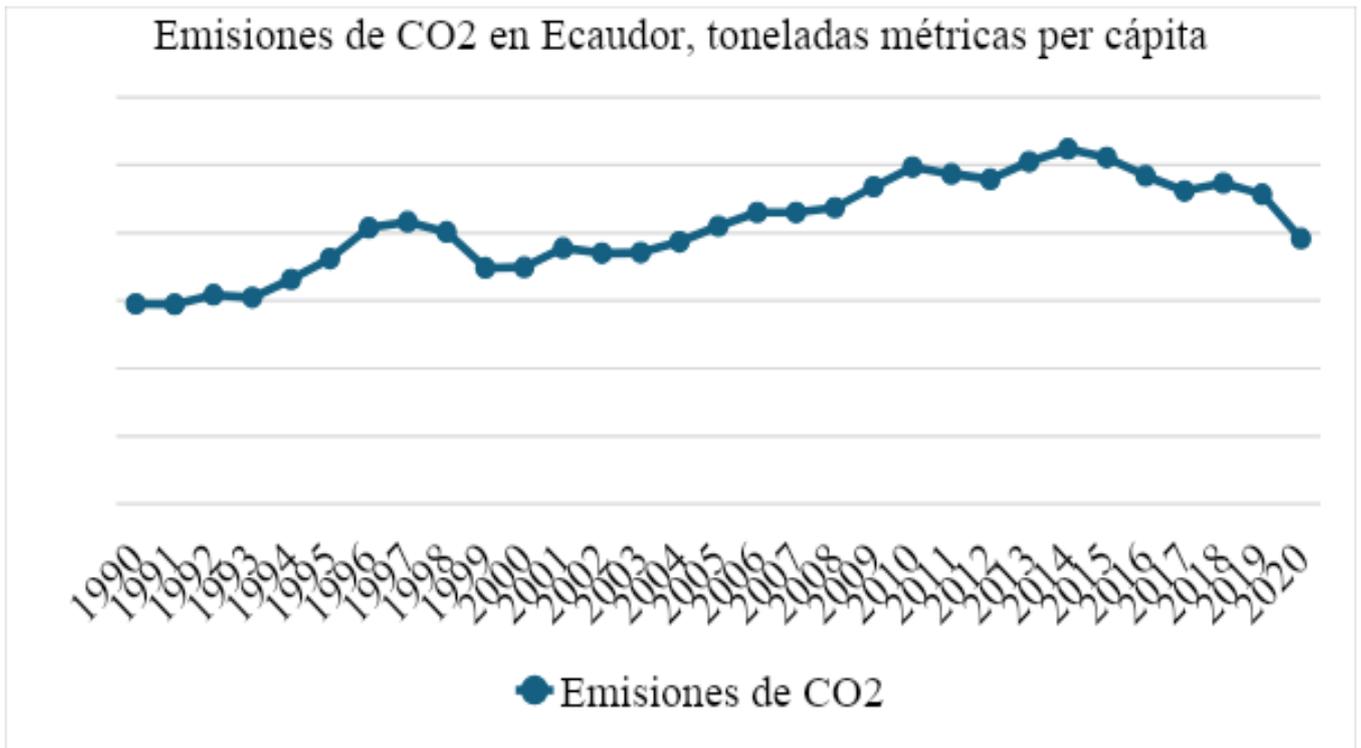
En el caso particular ecuatoriano, las conclusiones son similares a las investigaciones antes mencionadas. Macas y Macas (2023) identificaron una relación positiva entre el crecimiento económico y la degradación del medio ambiente para el periodo 2010 - 2020, donde las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía de los hogares fueron las variables identificadas como los principales contaminantes:

Ecuador se encontraría en el tramo creciente de la Curva Ambiental de Kuznets, con un crecimiento económico y consumo energético, apoyado en métodos intensivos de producción agrícola, extracción de recursos naturales, y en proceso de industrialización y crecimiento urbano, lo que a su vez, sea un impacto negativo para el medio ambiente y calidad ambiental. (Macas y Macas, 2023).

A pesar de existir una relación positiva, la investigación menciona que los resultados no fueron homogéneos, por lo que las conclusiones no podrían generalizarse para otros países.

Almeida (2013) realizó también una investigación similar sobre el periodo 1970 – 2010, e identificó que no existe homogeneidad en la evidencia empírica, la cual “varía en función del contaminante considerado y/o del país en cuestión. En este sentido, no se puede generalizar que la teoría de la CAK se aplica para cualquier caso” (Almeida, 2013).

Figura 5  
Resumen de emisiones de CO2 de Ecuador (1990-2020) Fuente: Banco Mundial (2024).



Si bien han sido varios los estudios que se han elaborado en torno a la validez empírica de la CAK a lo largo del tiempo y que en ocasiones han criticado la robustez de los resultados, esta teoría no deja de ser objeto de interés para investigadores y académicos.

Establecer la relación entre el crecimiento y el desarrollo económicos representa un interés para establecer el comportamiento de la política pública en el Ecuador al momento de establecer la dependencia de una variable sobre la otra y cómo estas contribuyen a la economía del país (Quinde et al., 2020).

Conforme se puedan elaborar modelos econométricos más avanzados, los resultados globales podrán irse perfeccionando, al mismo tiempo que se podrán evaluar aquellas prácticas o políticas que hayan tenido un impacto positivo sobre el medio ambiente.

## Evidencia Empírica de la Teoría del Crecimiento Endógeno

Con relación a la sostenibilidad del medio ambiente, estudios recientes han explorado cómo la teoría del crecimiento endógeno podría tener consideraciones directas con el cuidado ambiental.

Los modelos de crecimiento endógeno implican un tratamiento más autónomo del activo ambiental: el desarrollo sostenible debe hacer que el bienestar social sea óptimo a través del aumento del consumo de bienes económicos y comodidades ecológicas, sin disminuir de manera irreversible las dotaciones de activos ambientales a lo largo del tiempo (Schembri, 2009).

En otras palabras, la incorporación del factor ambiental dentro de este modelo implica que la explotación de los recursos naturales no debería superar la propia capacidad de asimilación del entorno ambiental.

El autor profundiza aún más sobre la posibilidad de que el modelo sea compatible con la noción de un crecimiento sostenible, llegando a la conclusión de que el cuidado del medio ambiente implica que la innovación tecnológica debería ser independiente de la situación ambiental. “La teoría del crecimiento endógeno tiende a preservar el criterio de sostenibilidad débil, aquel que sugiere que es teóricamente posible mantener o incluso aumentar el valor económico del medio ambiente, mientras este último se explota a una tasa positiva” (Schembri, 2009).

Otros estudios han destacado también el conocimiento y la tecnología como los factores claves dentro de un modelo de crecimiento endógeno sostenible, donde la importancia relativa asignada a los insumos físicos y capital humano disminuye en favor del progreso tecnológico. Según Peretto (2021), “No solo el crecimiento económico ya no requiere el

crecimiento de insumos físicos, sino que el cambio tecnológico también compensa el agotamiento del recurso natural”.

En ese sentido, la noción de un crecimiento económico sostenible pone un énfasis en la forma en la que la tecnología y los factores económicos son utilizados para alcanzar los objetivos de crecimiento sostenido sin generar afectaciones en el medio ambiente. Barbier y Markandya (1990) ya habían abordado este concepto como la relación existente entre la calidad ambiental y el crecimiento económico sostenible:

Se interpreta como ese nivel de actividad económica que deja intacto el nivel de calidad ambiental, con el objetivo de política correspondiente a esta noción siendo la maximización de los beneficios netos del desarrollo económico, sujeto a mantener los servicios y la calidad de los recursos naturales a lo largo del tiempo (Barbier y Markandya, 1990).

No obstante, al igual que la CAK, las críticas en las falencias dentro del modelo prevalecen. Currie y Sandilands (2013) reflexionan en torno al hecho que ninguna teoría económica existente ha ofrecido una explicación satisfactoria sobre la distribución o grado en el que los factores económicos pueden impulsar el crecimiento de largo plazo. En el caso particular de la teoría de crecimiento endógeno, “El crecimiento se debe no a los insumos de capital, trabajo y tecnología, sino más bien a las condiciones que determinan el grado en que se usa el nuevo conocimiento” (Currie y Sandilands, 2013).

## **Evidencia Empírica de la relación entre PIB per cápita y Emisiones de CO2**

Campo et al. (2013) realizaron un estudio aplicado al grupo de países conocidos como CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica) estos países durante el periodo de estudio eran países que están llamados a convertirse en el año 2020 en economías altamente destacadas. La recopilación de los datos y las variables utilizadas para la

investigación son el PIB per cápita medido (en dólares a precios constantes de 2000), el consumo de energía eléctrica (kWh por habitante), las emisiones de CO<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita). Extraídas directamente del Banco Mundial.

La metodología utilizada para probar estas relaciones utilizó un método de datos de panel no estacionario complementado con pruebas de raíz unitaria y de cointegración. Los resultados sugieren una respuesta considerable de las emisiones de CO<sub>2</sub> ante cambios en el PIB, y una respuesta relativamente baja de las emisiones de CO<sub>2</sub> ante incrementos en el consumo de energía. Adicional se aplicó una prueba de raíces unitarias donde 5 de los 7 estadísticos de esta prueba permiten rechazar la hipótesis nula de no cointegración al 0,05 de significancia. Esto concluye que existe una evidencia estadísticamente significativa de la relación cointegrada entre las variables de CO<sub>2</sub>.

Una investigación realizada en Europa Caraballo et al. (2017) donde evalúan cómo el desarrollo económico y el consumo de distintos tipos de energía (renovables y no renovables) afectaron a las emisiones de CO<sub>2</sub> en España y varias economías europeas en el periodo 1980-2010.

Los métodos utilizados incluyen la recopilación de datos históricos sobre el producto interior bruto (PIB), el consumo de energías renovables y las emisiones de dióxido de carbono en España, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. Además, también se tuvieron en cuenta variables de control como la población urbana y la tasa de crecimiento económico. Para el análisis estadístico, los autores utilizaron métodos descriptivos como la media y la desviación estándar para describir los datos recopilados. Luego se utilizó la interpolación lineal para completar los datos faltantes y garantizar la integridad de la serie temporal. En el último paso del análisis, se utilizó la regresión de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) para examinar la relación entre el desarrollo económico, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este

enfoque permitió determinar la relación entre los cambios en el PIB y el consumo de energía (energía renovable y no renovable) y los cambios en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los resultados muestran que el crecimiento económico y un aumento en el consumo de energía no renovable se correlacionan positivamente con un aumento en las emisiones de dióxido de carbono. Por otro lado, el consumo de energías renovables muestra una correlación negativa, lo que sugiere que el mayor uso de fuentes de energía sostenibles puede ayudar a reducir las emisiones.

### ***Evidencia Empírica de la relación Heterogénea entre PIB per cápita y Emisiones de CO<sub>2</sub>***

Según Sociedad Economía Riveros et al. (2023) realizaron una investigación se basa en la teoría de la Curva Ambiental de Kuznets (EKC), que propone una relación en forma de U invertida entre la contaminación y el desarrollo económico. Según esta teoría, el crecimiento económico inicialmente incrementa la contaminación, pero después de alcanzar un cierto nivel de ingreso, la contaminación comienza a disminuir.

Para el análisis se utilizaron datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el producto interno bruto en un determinado período de tiempo en varios países de América Latina. El modelo econométrico utilizado permite evaluar la efectividad de la EKC en el contexto latinoamericano. Los resultados muestran que diferentes países de la región tienen diferentes relaciones entre el crecimiento económico y las emisiones de dióxido de carbono. Algunos países utilizan el modelo EKC, mientras que otros no muestran una relación clara entre estas variables. La discusión del artículo enfatiza que la heterogeneidad en la relación CO<sub>2</sub>-PIB es causada por factores tales como las políticas ambientales, las estructuras económicas y los niveles de desarrollo tecnológico de los países. La eficacia de las políticas ambientales para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> varía ampliamente de un país a otro, lo que sugiere que no existe

una solución única para todos. Además, también se enfatizó la importancia de adoptar estrategias de desarrollo sostenible para lograr el crecimiento económico sin dañar el medio ambiente.

Según Asif et al. (2024) en su investigación se basó en un diseño longitudinal, no experimental, desde un enfoque cuantitativo que considera el estudio de los niveles de ingresos en diferentes países y su impacto en los índices de sostenibilidad ambiental del año 2000 al 2020. Las técnicas utilizadas fueron herramientas estadísticas como datos de cluster y panel. Que permitió agrupar a los países según características comunes y estudiar tendencias a lo largo del tiempo.

El análisis de conglomerados clasificó a los países en grupos homogéneos según su ingreso per cápita y otros indicadores socioeconómicos; El análisis de datos de panel ayudó a estudiar la relación entre los niveles de ingresos y los índices de sostenibilidad ambiental después de controlar la heterogeneidad no observada entre los países involucrados en el estudio, así como el efecto temporal y transversal de las variables.

Los hallazgos indicaron una fuerte relación entre los niveles de ingresos y la sostenibilidad del medio ambiente, con mejores índices de los países de ingresos altos y grandes variaciones en los países de ingresos bajos a medios, lo que indica que el desarrollo económico influye en la capacidad para la implementación de prácticas sostenibles. Durante el análisis se confirmó la heterocedasticidad, típica en estudios que involucran variables económicas y ambientales, y se aplicaron técnicas de estimación robustas para que los resultados fueran uniformes y precisos. En la parte estadística de este trabajo de investigación se aplicaron modelos de regresión; estos incluyeron el modelo de efectos fijos (para controlar la heterogeneidad) y el modelo de efectos aleatorios (para capturar variaciones aleatorias), junto

con pruebas de diagnóstico para verificar la multicolinealidad, la heterocedasticidad y la autocorrelación.

Asafu-Adjaye (2000) en su análisis de la relación entre el consumo de energía, los precios de la energía y el crecimiento económico en varios países en desarrollo de Asia durante el período 1973 a 1978. trabaja mediante el uso de técnicas econométricas avanzadas para estudiar las series temporales y al identificar críticamente la heterocedasticidad, un problema frecuente en los estudios correlativos de variables económicas. La metodología y las técnicas estadísticas. El estudio utiliza un modelo econométrico de cointegración y modelos de corrección del error (ECM). Estos métodos han sido especialmente útiles para examinar los argumentos a largo plazo de las variables: PIB per cápita, consumo de energía y precio de energía.

La cointegración se utiliza en series temporales no estacionarias, en las que la media y la variabilidad de los puntos de datos son cambiantes en el tiempo. La utilización de la cointegración asegura que la investigación sobre la relación sea analizada en el medio a largo plazo. Los resultados. Esta investigación demuestra que no existe una relación directa entre PIB per cápita y consumo de energía en todos los países. En ciertos escenarios, la relación se muestra débil, en algunos escenarios incluso es neutral. Esta conclusión implica que el presupuesto en países en desarrollo no solo guía el consumo de energía. Es esencial entender los factores físicos que conectan el consumo y la producción de bienes para entender la administración económica del gobierno. Un aspecto destacado del estudio es la identificación y tratamiento de la heterocedasticidad en los datos, esto se refiere a la variabilidad no constante de los errores en un MCO, es un problema frecuente en análisis de series temporales económicas. En este estudio, se aplicaron técnicas robustas para corregir la heterocedasticidad, asegurando que los resultados obtenidos fueran fiables y representativos de la relación real entre las variables estudiadas.

## Marco Legal

Conforme las empresas privadas, los individuos y la sociedad en general han mostrado preocupación por los índices de sostenibilidad, así también los órganos de control y legislativos se han manifestado a favor de políticas públicas y lineamientos enfocados a regular los niveles de contaminación ambiental. “Los responsables de políticas, reguladores y otros interesados en todo el mundo pueden beneficiarse enormemente de una comprensión profunda y evidencia empírica a gran escala sobre la presentación de informes de sostenibilidad obligatoria” (Hummer y Jobst, 2024). En ese sentido, existe ya un marco legal vigente a nivel mundial al cual los países pueden referirse para la elaboración y aprobación de proyectos de ley.

Desde sus inicios, las regiones económicas más desarrolladas se han caracterizado por estar a la vanguardia de las nuevas tendencias en sostenibilidad y medio ambiente, siendo los principales referentes en aplicación de normativas sostenibles. Hummel y Jobst (2024) realizaron una investigación en torno a la legislación ambiental en la Unión Europea, resaltando a los principales entes legales en la materia, los cuales incluían a la Directiva de Información No Financiera (NFRD), la Directiva de Información de Sostenibilidad Corporativa (CSRD), el Reglamento de Taxonomía, la Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR) y las divulgaciones de riesgo ambiental, social y gubernamental (ESG, por sus siglas en inglés) del Pilar 3.

Si bien todas entidades han sido claves en la elaboración de la legislación sostenible, la publicación más popular a nivel global corresponde a las Naciones Unidas, institución que en el año 2016 publicó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual se compone de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que abordan diversos ejes económicos, sociales y ambientales. “Esta publicación representa un valioso esfuerzo inicial para abordar

estas preguntas, a través de la evaluación y análisis empíricos. El marco que presenta es una herramienta versátil para que los investigadores estructuren su estudio sobre la efectividad de la ley para la sostenibilidad” (IUCN, 2016).

Los esfuerzos internacionales sobre norma ambiental y sostenible también han migrado hacia la región latinoamericana. González y Poncini (2024) hacen referencia en su boletín legislativo a toda la legislación existente en ocho países de Latinoamérica y el Caribe en temas de cambio climático, siendo estas economías escogidas por su grado de participación en el Observatorio Parlamentario de Cambio Climático y Transición Justa. “Este tipo de legislación generalmente se promulga con un amplio consenso, evoluciona con el tiempo y tiende a regular los marcos institucionales para la política climática y los aspectos económicos de la gestión del cambio climático” (González y Poncini, 2024).

Tattarletti et al. (2020) realizaron un estudio comparativo de las leyes de cambio climático implementadas en algunos países de América Latina, en contraste con los requisitos estipulados en el Acuerdo de París, adoptado a finales del año 2015. Dentro de sus conclusiones destacan que, si bien los cuerpos normativos se alinean con las estipulaciones del Acuerdo de París, muchas de estas abordan las problemáticas de manera general, y no necesariamente profundizan en lo que respecta a la asignación de responsabilidades ni los plazos de ejecución:

Las leyes marco de cambio climático probablemente proporcionarán la ‘columna vertebral jurídica’ para enfrentar a nivel nacional al problema climático mundial en las próximas décadas. Por lo tanto, este marco tendría que captar los principios fundamentales y los valores pertinentes en este contexto, así como debería proporcionar orientación sobre cómo equilibrar intereses contrapuestos. (Tarttarletti et al, 2020).

En la región andina, también se han observado instituciones que fomentan buenas prácticas de cuidado ambiental y que recogen lineamientos geográficos comunes a los países

sudamericanos para la consolidación de un cuerpo normativo. “A nivel regional, la Iniciativa Andina de Montañas (IAM) se ha venido consolidando como un espacio clave para la discusión y coordinación de políticas de adaptación enfocadas en los socio ecosistemas de montaña” (Duputis, 2021).

Finalmente, el caso ecuatoriano no está fuera del foco de los organismos internacionales que promueven marcos legislativos asociados al cambio climático. Reportes de la ACNUR nota sobre la situación del país ante el cambio climático, destacando su grado de vulnerabilidad: “El cambio climático afecta a todos los segmentos de la población, especialmente a aquellos que viven en la pobreza y la extrema pobreza, lo que incluye a la mayoría de las personas de interés para el ACNUR” (UNHCR, 2022).

El Código Orgánico del Ambiente, aprobado a inicios del 2018, busca proteger los derechos de la naturaleza y garantizar el derecho a un ambiente equilibrado ecológicamente. “Con la expedición del Código Orgánico del Ambiente, el Ecuador cuenta con una norma especializada y actualizada a las disposiciones constitucionales que propende la garantía de un medio ambiente sano y la defensa de los derechos de la naturaleza” (Martínez, 2019).

No obstante, este cuerpo legal ha sido víctima de críticas por inconsistencias en sus postulaciones. Una revisión académica por parte de la Universidad San Francisco de Quito, destaca la imposibilidad en el cumplimiento de algunos de los derechos descritos en este cuerpo legal, ya sea por disponibilidad de información o por la falta de reglamentaciones locales que ayuden a que se cumplan instrumentos internacionales de los cuales el país es parte: “entre las debilidades, se debe notar que ninguna norma ambiental se ha construido mediante mecanismos participativos y que el derecho a la participación ciudadana no puede ser ejercido a cabalidad por falta de información pública suficientemente difundida” (Trujillo, 2021).

A pesar de las falencias encontradas en la concepción de la legislación ecuatoriana, otras investigaciones destacan los esfuerzos existentes en materia de conservación ambiental en áreas o sectores específicos. Duputis (2021) realizó un mapeo de las herramientas clave de políticas de acción para el cambio climático para todos los países andinos, donde las iniciativas ecuatorianas se muestran en el gráfico a continuación:

*Figura 6*  
*Resumen de las herramientas clave de políticas de acción para el cambio climático*  
*Fuente: Dupuits (2021).*

Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC 2012 - 2025)	Proyecto de Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	Propuesta Estrategia Nacional de Financiamiento Climático
Comité Institucional de Cambio Climático	Código Orgánico del Ambiente (COA)	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa	Estrategias Regionales de Cambio Climático	Plan Nacional de Restauración Forestal 2019 - 2030

Un estudio adicional realizado por Escola et al. (2021) se basó en el método de Coeficientes Ponderados de Entropía para la evaluación de las dimensiones económicas, sociales, ambientales e institucionales, enmarcadas como las cuatro dimensiones del Desarrollo Sostenible, durante el periodo 2008 – 2015. Una de las conclusiones del estudio fue que a pesar de que el subsistema económico fuese el que mayor nivel de aportación tiene, se observa que los subsistemas sociales y ambientales han mostrado un crecimiento continuo para el periodo observado (Escola et al., 2021).

Muestra que el subsistema económico es el que más aporta al Desarrollo Sostenible, y sus indicadores son los de mayor peso en el sistema total. Sin embargo, la evolución de los subsistemas social y ambiental muestra un crecimiento paulatino. Y, en general, un progreso en términos de Desarrollo Sostenible

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

En 2015, los estados miembros de la ONU adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción global que consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos. Los objetivos proporcionan el marco legal y una visión compartida para guiar a los países en la implementación de políticas sostenibles y equitativas. Los 17 ODS se describen a continuación, destacando sus objetivos clave y su relevancia para el desarrollo sostenible global. Irán al seguimiento y examen a nivel mundial.

*Tabla 2*  
*Los 17 ODS*

<b>ODS</b>		
1. Fin de la pobreza	7. Energía asequible y no contaminante	13. Acción por el clima
2. Hambre cero	8. Trabajo decente y crecimiento económico	14. Vida submarina
3. Salud y bienestar	9. Industria, innovación e infraestructura	15. Vida de ecosistemas terrestres
4. Educación de calidad	10. Reducción de las desigualdades	16. Paz, justicia e instituciones sólidas
5. Igualdad de género	11. Ciudades y comunidades sostenibles	17. Alianzas para lograr los objetivos
6. Agua limpia y saneamiento	12. Producción y consumo responsables	<b>CEPAL</b>

Extraído de CEPAL La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe

Todas las naciones tienen la responsabilidad de planear y ejecutar estrategias para demostrar los progresos conseguidos en el cumplimiento de los objetivos, según la CEPAL en su agenda 2030 indica que es necesario recopilar datos de calidad, accesibles y oportunos. Las actividades regionales de seguimiento y examen se basarán en análisis llevados a cabo a nivel nacional que contribuirán al seguimiento y examen a nivel mundial.

### **1. Fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo**

Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo. Para 2030, el objetivo es erradicar la pobreza extrema, que actualmente se mide como un ingreso per cápita inferior a 1,25 dólares estadounidenses al día (CEPAL, 2018).

### **2. Fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible**

Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la permacultura. Para 2030, el objetivo es garantizar que todas las personas tengan acceso a alimentos saludables, nutritivos y suficientes durante todo el año. (CEPAL, 2018).

### **3. Salud y Bienestar**

Garantizar un estilo de vida saludable y promover el bienestar de personas de todas las edades. Uno de sus objetivos es reducir la tasa de mortalidad materna mundial a menos de 70 por 100.000 nacidos vivos en 2030. (CEPAL, 2018).

### **4. Educación de Calidad**

Proporcionar una educación inclusiva, igualitaria y de alta calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. Uno de sus objetivos es garantizar que

todos los jóvenes y la mayoría de los adultos, tanto hombres como mujeres, estén alfabetizados para 2030. (CEPAL, 2018).

#### **5. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos**

Proporcionar energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. Uno de sus objetivos es garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, confiables y modernos para 2030 (CEPAL, 2018).

#### **6. Disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos**

Garantizar que el agua y el saneamiento sean accesibles para todos y se gestionen de forma sostenible. Para 2030, el objetivo es el acceso universal e igualitario al agua potable a un precio asequible para todos (CEPAL, 2018).

#### **7. Igualdad de Género**

Lograr la igualdad de género y atender a todas las mujeres y niñas. Para 2030, nuestro objetivo es eliminar todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y niñas en todo el mundo. (CEPAL, 2018).

#### **8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico**

Promover el crecimiento económico sostenible, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. Para 2030, aspiramos a lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, y la igualdad de remuneración por un trabajo de igual valor. (CEPAL, 2018).

## **9. Industria, Innovación e Infraestructura**

Crear una infraestructura estable, promover una industrialización inclusiva y sostenible y promover la innovación. Su objetivo es construir infraestructura confiable, sostenible, resiliente y de calidad, incluida infraestructura regional y transfronteriza, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, centrándose en oportunidades accesibles y equitativas para todos (CEPAL, 2018).

## **10. Reducción de las Desigualdades**

Reducir la desigualdad dentro y entre los países. Para 2030, el objetivo es lograr y mantener un crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población más rápido que el promedio nacional (CEPAL, 2018).

## **11. Ciudades y Comunidades Sostenibles**

Hacer que las ciudades y pueblos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Uno de sus objetivos es garantizar que todas las personas tengan acceso a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, y mejorar las zonas marginales para 2030 (CEPAL, 2018).

## **12. Producción y Consumo Responsables**

Garantizar patrones sostenibles de consumo y producción. Para 2030, el objetivo es lograr una gestión sostenible y un uso eficiente de los recursos naturales (CEPAL, 2018).

## **13. Acción por el Clima**

Acción urgente para combatir el cambio climático y sus consecuencias. Uno de sus objetivos es mejorar la educación, la concientización y la capacidad humana e institucional para la mitigación, adaptación, mitigación y alerta temprana del cambio climático (CEPAL, 2018).

#### **14. Vida Submarina**

Proteger y utilizar de forma sostenible los océanos y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. Para 2025, nuestro objetivo es eliminar y reducir significativamente todas las formas de contaminación marina, en particular la proveniente de actividades terrestres, incluida la basura marina y la contaminación por nutrientes. (CEPAL, 2018).

#### **15. Vida de Ecosistemas Terrestres**

Gestión forestal sostenible, lucha contra la desertificación, detener e invertir la degradación de la tierra y detener la pérdida de biodiversidad. De aquí a 2020, el objetivo es garantizar la protección, la restauración y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y continentales de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y la tierra, de conformidad con las obligaciones establecidas en los acuerdos internacionales (CEPAL, 2018).

#### **16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas**

Promover sociedades pacíficas e inclusivas que promuevan el desarrollo sostenible, garanticen el acceso a la justicia para todos y construyan instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles. Uno de sus objetivos es reducir significativamente todas las formas de corrupción y soborno (CEPAL, 2018).

#### **17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.**

Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la asociación global para el desarrollo sostenible. El objetivo es aumentar significativamente la movilización de recursos de diversas fuentes a fin de proporcionar a los países en desarrollo medios adecuados y predecibles para promover la inversión en actividades de desarrollo sostenible (CEPAL, 2018).

## **Marco conceptual**

En la actualidad, la economía circular se ha vuelto un tema de principal relevancia a nivel empresarial y económico, cada día aparecen nuevas noticias de los indicadores de sostenibilidad global que reflejan la huella ecológica actual que los procesos productivos para lo cual requerimos un progreso hacia la sostenibilidad ambiental.

## **Economía Circular**

Según el parlamento europeo (Europearl, 2023) la economía circular se refiere a un modelo de producción y consumo basado en compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes con la mayor frecuencia posible para crear valor añadido. Esto extiende el ciclo de vida del producto.

El objetivo real es producir la menor cantidad de residuos posible. Cuando un producto llega al final de su vida útil, sus materiales se reciclan y permanecen en el sistema económico el mayor tiempo posible. Esto significa que se puede utilizar de forma productiva y generar valor añadido una y otra vez.

## **Sostenibilidad**

Las Naciones Unidas (ONU, 2014) definen la sostenibilidad como “la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Aproximadamente 140 países en desarrollo de todo el mundo están buscando actualmente formas de satisfacer sus necesidades de desarrollo. Sin embargo, dada la creciente amenaza del cambio climático, es importante hacer esfuerzos

concretos para garantizar que los acontecimientos actuales no afecten negativamente a las generaciones futuras.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible proporcionan un marco para mejorar la calidad de vida de las personas. Protegemos a la población mundial y reducimos los peligrosos efectos del cambio climático inducido por el hombre.

## **PIB Per Cápita**

El PIB Per Cápita según Scotiabank (2024) es similar al ingreso medio que gana un país para su población. La medida mide la cantidad de ingresos netos por persona.

Un Pib per cápita alto da como resultado ingresos promedio más altos y niveles de vida más altos para las personas. Por el contrario, un Pib per cápita bajo puede sugerir que la gente está atravesando dificultades financieras. Se compara el nivel de vida entre países y se analiza el desarrollo económico a lo largo del tiempo utilizando este indicador. Un aumento del PIB Per Cápita puede indicar crecimiento económico y un aumento del bienestar de la gente.

## **Producto Interno Bruto**

Según El Ministerio de Finanzas del Ecuador (20201) El producto interno bruto (PIB), expresado en miles de dólares estadounidenses con un año de referencia igual a 100, representa el valor total de todos los bienes y servicios producidos en un país durante un período determinado y se ajusta a la inflación. Este indicador mide la riqueza real creada durante un período y se calcula sumando el valor agregado total de todas las unidades de producción residentes a otros componentes del PIB, como impuestos indirectos sobre los productos, subsidios a los productos, derechos de aduana, derechos de importación netos y valor agregado. Impuesto (IVA).

## Capítulo 2: Metodología

### Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo para resolver las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos. De acuerdo con un artículo de la Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, De los Ángeles Cienfuegos Velasco, M., & Velasco, A. C. (2016) indica que en esta investigación predomina en el ámbito cuantitativo adicional se menciona que este enfoque por lo general las variables independientes son cualitativas, pero también se puede dar los casos que sean cuantitativas como lo son en esta investigación. Utilizando principalmente datos numéricos para analizar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes

### Método

La presente investigación está basada en un método explicativo, este tipo de método de investigación según Guevara et al. (2020). busca abarcar como causal, no tiende simplemente describir o resolver el problema, pero intenta precisar las causas del fenómeno.

### Tipo

El tipo de investigación es Descriptiva. Según Martínez (2018) define las investigaciones descriptivas se diferencian de otros tipos de estudios porque examinan un fenómeno sin modificar ni manipular ninguna de sus variables, centrándose solo en medirlas y describirlas. Además, aunque es posible hacer predicciones futuras, estas suelen ser preliminares o básicas.

## **Alcance**

La presente investigación adopta el enfoque de corte longitudinal según un artículo de la revista española de salud pública Delgado .et al (2004) indica que un estudio longitudinal se caracteriza por realizar más de dos mediciones a lo largo del tiempo, permitiendo un análisis detallado de cómo cambian los datos en los sujetos. Esta definición, respaldada por autores como Goldstein (1979) y Rosner (1979), implica un seguimiento continuo y el uso de mediciones repetidas. Los estudios longitudinales pueden ser prospectivos o retrospectivos, y su análisis se centra en las variaciones a nivel individual y poblacional a lo largo del tiempo.

## **Diseño**

El presente trabajo de investigación se basa en un diseño de investigación no experimental, Según Sousa et al. (2007) Los diseños no experimentales se emplean para describir, distinguir o investigar asociaciones en lugar de buscar relaciones directas entre variables, grupos o situaciones. No se realizan asignaciones aleatorias, no hay grupos de control ni manipulación de variables, ya que este enfoque se basa exclusivamente en la observación. Entre los diseños no experimentales más frecuentes se encuentran los estudios descriptivos y correlacionales.

## **Población**

La población del estudio está compuesta por países a nivel mundial que han sido clasificados en diferentes niveles de renta según las categorías establecidas por el Banco Mundial. Esta selección abarca tanto economías avanzadas como en desarrollo, con el fin de proporcionar un análisis comprensivo y representativo de las variaciones en sostenibilidad ambiental en función del nivel de renta.

## **Técnica de recogida de datos**

Se utilizaron métodos de recolección y tratamiento de datos, las fuentes son 100% secundarias. La fuente secundaria principal es obtenida mediante el portal del Banco Mundial donde se pueden visualizar la información correspondiente al total de países del mundo que serán utilizados para el análisis. La base de datos proporcionada abarca un periodo de 20 años donde se agrupan los datos acordes a los valores de cada variable. La variable Independiente que es PIB está en millones de dólares, mientras que los indicadores de sostenibilidad ambiental están en porcentajes con la excepción de Emisiones de CO2 que es medida en Toneladas Métricas.

## **Variables de investigación**

Según Oyola et. al (2021) define las variables de investigación como una descripción precisa de las reglas y procedimientos que sigue el investigador para especificar objetivamente las variables de la investigación basándose en conocimientos científicos previos, así como en información obtenida de la experiencia personal. Es decir, es una expresión textual (estructurada o no estructurada) de la función que hipotetiza, su método de observación, su naturaleza, la forma en que clasifica o evalúa y la escala utilizada para cuantificar o medirla. Especificación de categorías o criterios de valoración utilizados para describir o analizar datos de investigación. Al definir las variables, los investigadores deben lograr un equilibrio entre la viabilidad y la precisión de las variables.

Las variables por usar son:

*Tabla 3*  
*Variables de estudio*

<b>Tipo de Variables</b>	<b>Variable</b>	<b>Base</b>	<b>Fuente</b>
Independiente	Producto Interno Bruto	Logaritmo Natural	Banco Mundial
Dependiente	Access to electricity	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Forest area	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Tierras cultivables	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Rentas totales de los recursos naturales	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Consumo de energía renovable	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Extracción anual de agua dulce para uso industrial	Porcentual %	Banco Mundial
Dependiente	Emisiones de CO2	Logaritmo Natural	Banco Mundial

**Nota:** Cuadro resumen de las variables utilizadas extraídas de fuente secundaria.

Se procedió con un tratamiento de variables de la base de datos del banco mundial, eliminaron los datos nulos de la base original. Se procedió con filtrar por países y agregar la segmentación de Alto, medio y bajo en base a su participación acumulada del PIB global. Posteriormente para disminuir la dispersión de variables se calculó el LN (Logaritmo Natural) a 2 variables independientes:

- PIB (Producto Interno Bruto)
- Emisiones de Co2

Esto por motivo de que el PIB es una variable Nominal expresada en millones de dólares y las Emisiones de CO2 es expresada en Toneladas Métricas. El resto de las variables su base es porcentual porque no existe dispersión entre los datos.

### **Técnica estadística**

El análisis principal del estudio viene dado por un modelo de datos de panel:

Según Ruiz Porras, Antonio (2016) En el contexto de la econometría, los paneles de datos son un conjunto de observaciones que incluyen múltiples entidades (como individuos, empresas, o países) que se observan durante un período de tiempo. Estos datos combinan dos dimensiones: la seccional (diferentes unidades) y la temporal (diferentes periodos de tiempo). Utilizando datos en panel, es posible capturar tanto las variaciones entre unidades como las variaciones dentro de una misma unidad a lo largo del tiempo, lo que aumenta la precisión y permite una mejor comprensión de las relaciones económicas.

Los 2 modelos son:

Modelos de efectos Aleatorios Según Montero. R (2011) el modelo de efectos aleatorios comparte la misma especificación que el modelo de efectos fijos, excepto que en lugar de tratar a  $u_i$  como un valor fijo para cada individuo y constante en el tiempo, se considera una variable aleatoria con una media  $v_i$  y una varianza  $\text{Var}(v_i) \neq 0$ . En otras palabras, la especificación del modelo es la misma, pero en este caso  $v_i$  se trata como una variable aleatoria.

Modelos de efectos fijos Según Montero. R (2011) : Este es el modelo de efectos fijos y es fundamental cuando se sospecha que las características no observadas de las entidades (como diferencias culturales, políticas o geográficas) afectan las variables dependientes. Este modelo es el que tiende acercarse a nuestra investigación ya que las variables independientes caen en la categoría de variables no observables

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$$

$Y_{it}$ : Variable dependiente en el tiempo  $t$  y país  $i$

$\alpha_i$ : El intercepto para cada país que captura las características en el tiempo

$\beta X_{it}$ : Beta es la renta (PIB) del país  $i$  en el año  $t$

$u_{it}$ : es el error

### **Herramienta de análisis**

El análisis de los datos viene dado por un estudio econométrico donde se utilizará un análisis clúster jerárquico para agrupar países que tienen características homogéneas. Es un modelo de datos de panel porque recoge datos de múltiples períodos y nos permiten controlar por factores no observados que pueden variar entre los países, pero son constantes en el tiempo. Los softwares para realizar los estudios ya dictados son: Excel para recopilación y tratamiento de la base de datos. R Studio para correr los modelos econométricos y obtener resultados para el análisis.

## Capítulo 3: Resultados

Para llegar a los resultados actuales, se llevaron a cabo pruebas de elección de modelo de datos panel en R, evaluando opciones como el modelo de efectos fijos, efectos aleatorios y el modelo de pooling. La elección del modelo de efectos fijos se fundamenta en las características específicas de los datos, ya que las observaciones (países) son las mismas a lo largo del estudio, y todos comenzaron y concluyeron en el mismo periodo de tiempo, lo que se conoce como un panel balanceado. El modelo de efectos fijos es preferido en este contexto porque se centra en capturar las variaciones dentro de cada país a lo largo del tiempo, controlando por cualquier característica no observable que sea constante en el tiempo para cada país. Esto es crucial cuando se quiere evitar que los resultados se vean influenciados por diferencias inherentes entre los países que no cambian durante el periodo de estudio, como pueden ser factores culturales, geográficos, o institucionales.

En los resultados del data panel se detecta la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad, esto repercute en la interpretación de los data panel de efectos fijos. La autocorrelación se refiere a la correlación entre los errores en diferentes periodos de tiempo, lo que significa que los errores en un determinado momento del tiempo están relacionados con los errores de periodos anteriores. Esto puede distorsionar la estimación de los coeficientes, lo que resulta en que los errores estándar sean incorrectos y, por lo tanto, afectando el nivel de significancia de las variables. Por otro lado, la heterocedasticidad implica que la varianza de los errores no es constante en el tiempo, lo que puede ocasionar en estimaciones ineficientes y sesgar los errores estándar. Esto afecta la validez de los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis. En conjunto, la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad lleva a estimaciones menos precisas y confiables en los modelos de efectos fijos, lo que influye en la interpretación de los resultados obtenidos.

Para intentar corregir la heterocedasticidad en los datos, se utilizó un método de Agrupación Jerárquica en R, como se muestra en el siguiente código:

*Figura 7*  
*Método de agrupación jerárquica en R*

```
# Agrupación Jerárquica

d <- dist(c1[1:2], method = "euclidean") # distancia
fit <- hclust(d, method="median")
plot(fit, cex=0.8) # dendograma
groups <- cutree(fit, k=3)
groups
c1cluster <- data.frame(c1, groups)|
dplyr::filter(c1cluster, c1cluster$groups == 1)
nrow(dplyr::filter(c1cluster, c1cluster$groups == 1))
nrow(dplyr::filter(c1cluster, c1cluster$groups == 2))
nrow(dplyr::filter(c1cluster, c1cluster$groups == 3))
```

Aquí, se calcula la matriz de distancias euclidianas entre las observaciones en el conjunto de datos `c1`, considerando solo las primeras dos columnas (`c1[1:2]`). Esta distancia es una medida que permite identificar cómo de cercanas o lejanas están las observaciones entre sí en un espacio multidimensional. Se realiza el clustering jerárquico utilizando el método de la mediana, que agrupa las observaciones en base a la distancia calculada previamente. El dendograma resultante, que se visualiza con `plot(fit)`, muestra cómo se forman los grupos jerárquicos, donde las observaciones más similares se agrupan primero. Se cortan las ramas del dendograma en tres grupos ( $k=3$ ), asignando cada observación a uno de estos grupos. Los grupos resultantes se almacenan en la variable `groups`, posteriormente se los agrupa según los resultados obtenidos. De los clusters obtenidos se aprecia que la agrupación se da según el nivel de PIB de cada país, resultante en niveles de alto, medio y bajo.

Este proceso de agrupación jerárquica permite identificar diversos patrones o estructuras subyacentes en los datos que pueden estar relacionados con la heterocedasticidad. Al agrupar las observaciones en función de las similitudes, se puede explorar si la variabilidad de los errores difiere entre grupos, lo cual es una estrategia para tratar el modelo y disminuir la heterocedasticidad. El efecto es observable como positivo, debido a que respecto a los resultados obtenidos anteriormente, el R cuadrado de los resultantes presenta un mejor ajuste de los datos.

Para el análisis de los modelos planteados en la metodología, se procede a trabajar con una tabla resumen, la cual contiene la información de los modelos aplicados a cada estudio según su variable dependiente y el PIB. Para aquello, se recalca que cada modelaje parte de un clúster el cual se segmenta por el nivel de PIB de los países de estudio, dichos países se los segmenta por su ubicación geográfica para proporcionar mayor detalle en los análisis.

Del primer análisis respecto al impacto del PIB sobre el acceso a la electricidad se obtiene:

**Tabla 4**  
*Análisis con modelo de efecto fijo del PIB y el acceso a la electricidad*

<b>Access.to.electricity - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	0.056*** (0.007)	0.113*** (0.006)	0.149*** (0.012)
<b>América Central</b>	0.292*** (0.112)	0.107*** (0.017)	0.288 (0.193)

<b>América del Norte</b>	0.006 (0.017)	0.000 (0.115)	0.000 (0.189)
<b>América del Sur</b>	0.035*** (0.005)	0.072*** (0.015)	0.008 (0.121)
<b>Asia</b>	0.057*** (0.003)	0.090*** (0.006)	0.319*** (0.020)
<b>Caribe</b>	0.016 (0.035)	0.063*** (0.021)	0.093*** (0.018)
<b>Europa</b>	0.004 (0.005)	0.007 (0.009)	0.001 (0.082)
<b>Oceanía</b>	0.000 (0.012)	0.031* (0.017)	0.168*** (0.010)
<b>Observations</b>	1,397	2,352	681
<b>R2</b>	0.249	0.255	0.542
<b>Adjusted</b>	0.195	0.204	0.497
<b>F Statistic</b>	53.951***	94.047***	91.626***

El análisis de los modelos de efectos fijos revela una relación compleja entre el PIB y el acceso a la electricidad, con variaciones significativas entre regiones y dependiendo del nivel de PIB. En el caso de África, se observa un impacto positivo y altamente significativo del PIB en todas las categorías analizadas. Para los países con un alto nivel de PIB, un incremento en

este indicador se asocia con un aumento del 5.6% en el acceso a la electricidad, lo que indica una relación positiva, aunque moderada. Esta relación se intensifica en los países con un PIB medio, donde el crecimiento del PIB impulsa un aumento del 11.3% en el acceso a la electricidad. El impacto más pronunciado se da en los países con un PIB bajo, donde el acceso a la electricidad aumenta un 14.9% por cada incremento en el PIB. Este patrón sugiere que en África, los países con menor PIB experimentan los mayores beneficios en términos de acceso a la electricidad a medida que su economía crece.

En América Central, el impacto del PIB también es significativo, aunque varía considerablemente según el nivel de PIB. En los países con alto PIB, un aumento en este indicador está asociado con un incremento del 29.2% en el acceso a la electricidad, lo que refleja un impacto sustancial. Sin embargo, en la categoría de PIB medio, el efecto disminuye a un 10.7%, aunque sigue siendo estadísticamente significativo. En los países con bajo PIB, el efecto no es significativo.

América del Norte presenta un escenario distinto, ya que no se observa un impacto significativo del PIB en el acceso a la electricidad en ninguna de las categorías analizadas. En América del Sur, el PIB tiene un impacto positivo y significativo en los países con alto y medio PIB. En la categoría de alto PIB, un incremento en este indicador se asocia con un aumento del 3.5% en el acceso a la electricidad, mientras que, en los países con PIB medio, el efecto es más pronunciado, con un incremento del 7.2%. Sin embargo, en los países con bajo PIB, el coeficiente no es significativo.

Asia es la región donde se observa uno de los impactos más fuertes del PIB en el acceso a la electricidad. En los países con alto PIB, un incremento en este indicador está asociado con un aumento del 5.7% en el acceso a la electricidad, mientras que en los países con PIB medio, este efecto aumenta al 9%. El impacto más significativo se da en los países con bajo PIB, donde

el acceso a la electricidad aumenta un 31.9% por cada incremento en el PIB, lo que refleja una gran sensibilidad del acceso a la electricidad al crecimiento económico en estos contextos.

En el Caribe, el impacto del PIB en la variable acceso a la electricidad es significativo en los países de PIB medio y bajo. En los países con PIB medio, un incremento del indicador se asocia con el aumento del 6.3% en el acceso a la electricidad, sin embargo, en los países con bajo PIB, el efecto es del 9.3%. Esto sugiere que en el Caribe, el crecimiento económico juega un papel importante en la expansión del acceso a la electricidad, especialmente en los contextos menos desarrollados. En Europa, el análisis no muestra un impacto significativo del PIB en el acceso a la electricidad en ninguna de las categorías. Finalmente, en Oceanía, el PIB tiene un impacto significativo en los países con PIB medio y bajo. En la categoría de PIB medio, un incremento en el PIB se asocia con un aumento del 3.1% en el acceso a la electricidad, mientras que en los países con bajo PIB, este efecto es mucho más fuerte, con un aumento del 16.8%.

En cuanto a las estadísticas del modelo, el  $R^2$  varía entre los distintos niveles de PIB, siendo más alto en los países con PIB bajo (0.542). Esto sugiere que el modelo explica una proporción considerable de la variabilidad en el acceso a la electricidad en estos países. Por otro lado, el  $R^2$  es más bajo en los países con alto y medio PIB, lo que podría reflejar la influencia de otros factores además del PIB en estas categorías. El estadístico F es altamente significativo en todas las agrupaciones, lo que confirma la validez estadística de los mismos y sugiere que al menos una de las variables explicativas tiene un efecto sobre el acceso a la electricidad.

En relación con el tema, el siguiente cuadro resumen respecta al impacto del nivel del PIB a el consumo de energía renovable, donde se obtiene que:

Tabla 5  
Relación del PIB y el consumo de energía renovable

<b>Consumo.de.energía.renovable - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	-0.044*** (0.009)	-0.052*** (0.006)	-0.094*** (0.023)
<b>América Central</b>	-0.026 (0.028)	0.013 (0.025)	
<b>América del Norte</b>	0.032 (0.032)	0.027 (0.047)	
<b>América del Sur</b>	-0.004 (0.010)	-0.070*** (0.020)	0.454 (0.719)
<b>Asia</b>	-0.046*** (0.005)	-0.069*** (0.007)	-0.067 (0.088)
<b>Caribe</b>	-0.062*** (0.024)	-0.035 (0.023)	-0.130*** (0.029)
<b>Europa</b>	0.065*** (0.007)	0.045*** (0.010)	
<b>Oceanía</b>	0.019	-0.046***	-0.064***

	(0.021)	(0.016)	(0.015)
<b>Observations</b>	1,943	1,886	328
<b>R2</b>	0.095	0.113	0.162
<b>Adjusted</b>	0.037	0.045	0.071
<b>F Statistic</b>	24.082***	27.949***	11.407***

De los resultados se observa que, en África, los resultados muestran una relación negativa y altamente significativa entre el PIB y el consumo de energía renovable en todas las categorías de PIB. En los países con alto PIB, un aumento en el PIB está asociado con una disminución del 4.4% en el consumo de energía renovable, mientras que en los países con PIB medio y bajo, esta disminución es aún más pronunciada, con un 5.2% y 9.4% respectivamente. Estos hallazgos sugieren que en África, a medida que las economías crecen, hay una tendencia a depender menos de las fuentes de energía renovable, posiblemente debido a un aumento en el consumo de combustibles fósiles o una mayor industrialización que prioriza otras formas de energía.

En América Central, la relación entre el PIB y el consumo de energía renovable no es significativa en los países con alto y bajo PIB, lo que indica que el crecimiento económico no tiene un impacto claro sobre el uso de energía renovable en esta región. Sin embargo, en los países con PIB medio puede existir una tendencia hacia un mayor uso de energía renovable a medida que estas economías crecen, pero este efecto no es suficientemente fuerte para ser estadísticamente relevante.

En América del Norte, no se observa una relación significativa entre el PIB y el consumo de energía renovable en los países con alto y medio PIB. En América del Sur, los resultados

varían según el nivel de PIB. En los países con PIB medio, se encuentra una relación negativa y significativa, donde un aumento en el PIB está asociado con una disminución del 7.0% en el consumo de energía renovable. Esto sugiere que, en estas economías, el crecimiento económico podría estar impulsando una mayor dependencia de fuentes de energía no renovables. Sin embargo, en los países con PIB bajo, el coeficiente positivo, aunque no significativo, es extremadamente grande, sugiriendo un posible incremento en el consumo de energía renovable con el crecimiento económico, pero con alta variabilidad y falta de precisión en la estimación.

En Asia, el consumo de energía renovable disminuye significativamente con el aumento del PIB en los países con alto y medio PIB. En los países con alto PIB, el PIB más alto se asocia con una disminución del 4.6% en el consumo de energía renovable, y en los países con PIB medio, la disminución es del 6.9%.

En el Caribe, se observa una relación negativa y significativa en los países con alto y bajo PIB, con una disminución del 6.2% y 13.0% respectivamente en el consumo de energía renovable a medida que aumenta el PIB.

En Europa, los resultados indican una relación positiva y significativa entre el PIB y el consumo de energía renovable en los países con alto y medio PIB. Un aumento en el PIB se asocia con un incremento del 6.5% en los países con alto PIB y un 4.5% en los países con PIB medio. Estos hallazgos sugieren que, en Europa, a medida que las economías crecen, también aumenta el uso de fuentes de energía renovable, reflejando una mayor conciencia ambiental, contrario a los demás continentes.

En Oceanía, la relación entre el PIB y el consumo de energía renovable varía según el nivel de PIB. En los países con PIB medio y bajo, el aumento en el PIB está asociado con una disminución significativa en el consumo de energía renovable del 4.6% y 6.4%,

respectivamente, lo que podría indicar una mayor dependencia de fuentes de energía no renovable en economías en crecimiento.

Las estadísticas del modelo muestran un bajo  $R^2$  en todas las categorías, con un máximo de 0.162 en los países con PIB bajo, lo que indica que los modelos explican solo una pequeña parte de la variabilidad en el consumo de energía renovable. Esto sugiere que hay otros factores importantes no considerados en el modelo que podrían estar influyendo en el uso de energía renovable. Sin embargo, la estadística F es significativa en todas las categorías de PIB, validando la relevancia estadística de los modelos a pesar de su capacidad explicativa limitada.

Respecto al siguiente análisis que respecta a la superficie forestal se obtiene:

*Tabla 6*  
*Relación del PIB y superficie forestal*

<b>Forest.Area - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	-0.015*** (0.001)	-0.015*** (0.001)	-0.013*** (0.001)
<b>América Central</b>	-0.016*** (0.002)	-0.016*** (0.002)	-0.115*** (0.009)
<b>América del Norte</b>	-0.012 (0.009)	-0.012 (0.009)	-0.000 (0.008)
<b>América del Sur</b>	-0.014*** (0.001)	-0.014*** (0.001)	-0.003 (0.003)

<b>Asia</b>	-0.001* (0.001)	-0.001* (0.001)	0.002 (0.002)
<b>Caribe</b>	0.044*** (0.003)	0.044*** (0.003)	-0.004 (0.003)
<b>Europa</b>	0.011*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.006*** (0.002)
<b>Oceanía</b>	-0.0002 (0.003)	-0.0002 (0.003)	0.003 (0.002)
<b>Observations</b>	2,45	2,45	1,701
<b>R2</b>	0.231	0.231	0.160
<b>Adjusted</b>	0.180	0.180	0.091
<b>F Statistic</b>	86.114***	86.114***	37.361***

El análisis de los efectos del PIB sobre la superficie forestal revela una relación mayormente negativa y significativa en varias regiones, lo que sugiere que el crecimiento económico tiende a estar asociado con una reducción en la cobertura forestal, aunque con variaciones importantes según la región y el nivel de PIB.

En África, se observa un impacto negativo y altamente significativo del PIB sobre la superficie forestal en todas las categorías de PIB. Específicamente, en países con alto y medio PIB, un incremento en el PIB se asocia con una reducción del 1.5% en la cobertura forestal. Este efecto negativo es ligeramente menor, pero aún significativo, en los países con bajo PIB, donde el PIB está asociado con una reducción del 1.3% en la superficie forestal. Estos

resultados sugieren que el crecimiento económico en África podría estar impulsando actividades que resultan en la deforestación, independientemente del nivel de desarrollo económico.

En América Central, el PIB también tiene un impacto negativo y significativo sobre la superficie forestal en todas las categorías, con efectos más pronunciados en los países con bajo PIB. En las categorías de alto y medio PIB, un aumento en el PIB se relaciona con una disminución del 1.6% en la superficie forestal. Sin embargo, en los países con bajo PIB, este efecto negativo se intensifica, resultando en una reducción del 11.5%.

En América del Norte, los coeficientes para la superficie forestal no son significativos en ninguna de las categorías de PIB, lo que sugiere que, en esta región, el PIB no tiene un impacto discernible en la cobertura forestal. En América del Sur, el PIB también muestra un efecto negativo y significativo en la superficie forestal en los países con alto y medio PIB, con una reducción del 1.4% en ambos casos. Sin embargo, en los países con bajo PIB, este efecto no es significativo, lo que podría indicar que otros factores están jugando un rol más importante en la determinación de la cobertura forestal en estos países.

En Asia, se observa un impacto negativo y marginalmente significativo del PIB sobre la superficie forestal en las categorías de alto y medio PIB, con una reducción del 0.1% en ambos casos. Sin embargo, en los países con bajo PIB, el PIB parece tener un impacto positivo, aunque no significativo, sobre la superficie forestal, lo que podría sugerir que, en contextos de menor desarrollo económico, el crecimiento del PIB no necesariamente conduce a la deforestación.

El Caribe presenta un patrón único, donde el PIB tiene un impacto positivo y significativo sobre la superficie forestal en las categorías de alto y medio PIB, con un aumento del 4.4% en ambos casos. Este resultado es contrario a las tendencias observadas en otras

regiones y sugiere que, en el Caribe, el crecimiento económico podría estar asociado con la expansión o conservación de los bosques.

En Europa, el análisis revela un impacto positivo y significativo del PIB sobre la superficie forestal en todas las categorías de PIB. En los países con alto y medio PIB, un incremento en el PIB está asociado con un aumento del 1.1% en la cobertura forestal, mientras que en los países con bajo PIB, el aumento es del 0.6%. Estos resultados sugieren que, en Europa, el crecimiento económico podría estar acompañado por esfuerzos de reforestación o manejo sostenible de los bosques. En Oceanía, el PIB no tiene un impacto significativo en la superficie forestal en ninguna de las categorías, similar a América del Norte.

Los coeficientes del modelo muestran que el  $R^2$  es relativamente bajo en todas las categorías, especialmente en los países con bajo PIB (0.160), lo que sugiere que el modelo explica solo una pequeña proporción de la variabilidad en la superficie forestal en estos contextos. Esto indica que, aunque el PIB tiene un impacto significativo en varias regiones, otros factores no considerados en el modelo podrían estar influyendo en la cobertura forestal. El estadístico F es altamente significativa en todos los niveles de PIB, lo que confirma la validez estadística del modelo y sugiere que al menos una de las variables explicativas tiene un efecto sobre la superficie forestal.

Para el cuarto caso se analiza el PIB respecto a las tierras cultivables donde se obtiene:

Tabla 7  
Relación del PIB y las tierras cultivables

<b>Tierras.cultivables - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	-0.005 (0.019)	0.012*** (0.001)	0.019*** (0.007)
<b>América Central</b>		-0.002 (0.004)	0.016 (0.047)
<b>América del Norte</b>	-0.014*** (0.004)		
<b>América del Sur</b>	0.006** (0.003)	0.008*** (0.003)	0.0001 (0.020)
<b>Asia</b>	-0.009*** (0.001)	0.001 (0.001)	- 0.084*** (0.011)
<b>Caribe</b>	-0.005 (0.005)	-0.004 (0.015)	
<b>Europa</b>	-0.009*** (0.002)	-0.005** (0.002)	0.001 (0.020)
<b>Oceanía</b>	0.008**	0.0001	0.011

	(0.003)	(0.005)	(0.010)
<b>Observations</b>	543	2,853	908
<b>R2</b>	0.150	0.029	0.073
<b>Adjusted</b>	0.076	-0.030	-0.009
<b>F Statistic</b>	14.631***	11.562***	9.361***

En África, los resultados indican que el PIB no tiene un efecto significativo sobre las tierras cultivables en países con alto PIB, mientras que en los países con PIB medio y bajo, el PIB está positivamente relacionado con el aumento de las tierras cultivables. Específicamente, en los países con PIB medio, un incremento en el PIB se asocia con un aumento del 1.2% en las tierras cultivables, y en los países con PIB bajo, este efecto es aún mayor, con un aumento del 1.9%.

En América Central, los efectos del PIB sobre las tierras cultivables no son significativos en ninguna categoría de PIB. Mientras, en América del Norte, se observa un efecto negativo y significativo del PIB sobre las tierras cultivables en países con alto PIB. Un aumento en el PIB está asociado con una reducción del 1.4% en las tierras cultivables. En América del Sur, los efectos del PIB sobre las tierras cultivables son variados. En países con alto y medio PIB, el PIB está positivamente relacionado con el aumento de las tierras cultivables, con un incremento del 0.6% y 0.8%, respectivamente, aunque el efecto en los países con alto PIB es marginalmente significativo. En los países con bajo PIB, el PIB no tiene un impacto significativo sobre las tierras cultivables.

En Asia, los resultados muestran un efecto negativo y significativo del PIB sobre las tierras cultivables en países con alto PIB, con una reducción del 0.9%. En contraste, en los países con PIB bajo, el PIB tiene un efecto negativo y considerable sobre las tierras cultivables, con una reducción del 8.4%. Esto sugiere que en Asia, el crecimiento económico, especialmente

en los contextos de alto y bajo PIB, podría estar asociado con una reducción en las tierras destinadas a la agricultura, posiblemente debido a la urbanización o la industrialización.

En el Caribe, los coeficientes no son significativos en las categorías de alto y medio PIB, lo que indica que el PIB no tiene un impacto relevante en las tierras cultivables en esta región. En Europa, se observa un efecto negativo y significativo del PIB sobre las tierras cultivables en países con alto y medio PIB, con reducciones del 0.9% y 0.5%, respectivamente. En los países con bajo PIB, el PIB no tiene un impacto significativo sobre las tierras cultivables.

En Oceanía, el análisis revela un efecto positivo y significativo del PIB sobre las tierras cultivables en países con alto PIB, con un incremento del 0.8%, aunque en las categorías de medio y bajo PIB, el PIB no tiene un impacto significativo. Este resultado podría indicar que en Oceanía, el crecimiento económico en contextos de alto PIB está asociado con la expansión de la agricultura, mientras que en los países con menor PIB, otros factores podrían estar limitando la expansión de las tierras cultivables.

Las estadísticas del modelo muestran que el  $R^2$  es bajo en todas las categorías, con un máximo de 0.150 en los países con alto PIB. Esto indica que los modelos explican solo una pequeña parte de la variabilidad en las tierras cultivables, lo que sugiere que hay otros factores importantes que no están siendo capturados. La estadística F es altamente significativa en todas las categorías, lo que valida la relevancia estadística de los modelos, aunque la capacidad explicativa es limitada.

En el quinto caso se habla respecto a las rentas totales de los recursos naturales, donde se obtiene:

Tabla 8  
 Relación del PIB y las rentas totales de los recursos naturales

<b>Rentas.totales.de.los.recursos.naturales - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	- 0.017*** (0.003)	0.013 (0.016)	
<b>América Central</b>	0.003 (0.010)	0.111 (0.152)	
<b>América del Norte</b>	-0.022** (0.011)	0.010 (0.077)	-0.001 (0.147)
<b>América del Sur</b>	0.007 (0.018)	-0.009 (0.006)	0.041 (0.130)
<b>Asia</b>	- 0.009*** (0.003)	-0.032*** (0.003)	0.026 (0.027)
<b>Caribe</b>	0.003 (0.013)	0.0001 (0.037)	
<b>Europa</b>	0.005 (0.006)	-0.001 (0.005)	-0.001 (0.192)

<b>Oceanía</b>	-0.032 (0.042)	-0.031*** (0.011)	0.028 (0.019)
<b>Observations</b>	253	3,217	512
<b>R2</b>	0.059	0.051	0.009
<b>Adjusted</b>	-0.018	-0.004	-0.098
<b>F Statistic</b>	2.918**	20.224***	0.551

El análisis de la relación entre las rentas totales de los recursos naturales y el PIB revela patrones variados dependiendo de la región y el nivel de PIB, mostrando diferencias notables en cómo el crecimiento económico afecta la explotación y los ingresos derivados de los recursos naturales.

En África, los resultados indican una relación negativa y significativa entre el PIB y las rentas de los recursos naturales en los países con alto PIB. Específicamente, un aumento en el PIB se asocia con una disminución del 1.7% en las rentas de los recursos naturales, lo que sugiere que en las economías más desarrolladas de África, un mayor crecimiento económico podría estar vinculado con una menor dependencia de los ingresos provenientes de recursos naturales, posiblemente debido a una diversificación económica. Sin embargo, en los países con PIB medio, la relación no es significativa, lo que podría indicar que, en estas economías en desarrollo, otros factores están influyendo en la rentabilidad de los recursos naturales.

En América Central, la relación entre el PIB y las rentas de los recursos naturales no es significativa tanto en los países con alto PIB como en aquellos con PIB medio. Estos resultados sugieren que en América Central, el crecimiento económico no tiene un impacto claro sobre la rentabilidad de los recursos naturales, lo que podría reflejar una menor dependencia de estos ingresos o una estabilidad en su explotación independientemente del crecimiento económico. En América del Norte, se observa un efecto negativo y significativo del PIB sobre las rentas de

los recursos naturales en los países con alto PIB, donde un incremento en el PIB está asociado con una reducción del 2.2% en estas rentas. Este resultado podría reflejar una transición hacia una economía menos dependiente de los recursos naturales a medida que las economías crecen. En los países con PIB medio y bajo, la relación no es significativa. En América del Sur, no se encuentran relaciones significativas entre el PIB y las rentas de los recursos naturales en ninguna de las categorías de PIB.

En Asia, los resultados muestran una relación negativa y significativa entre el PIB y las rentas de los recursos naturales en los países con alto y medio PIB. En los países con alto PIB, un aumento en el PIB está asociado con una disminución del 0.9% en las rentas de los recursos naturales, mientras que, en los países con PIB medio, esta disminución es más pronunciada, con un 3.2%. En el Caribe, no se observa una relación significativa entre el PIB y las rentas de los recursos naturales en las categorías de alto y medio PIB.

En Europa, los coeficientes no son significativos en ninguna categoría de PIB, lo que indica que en esta región, el PIB no tiene un impacto relevante sobre las rentas de los recursos naturales. En Oceanía, se observa una relación negativa y significativa entre el PIB y las rentas de los recursos naturales en los países con PIB medio, donde un aumento en el PIB se asocia con una disminución del 3.1% en estas rentas. Esto sugiere que en Oceanía, las economías con PIB medio están experimentando una reducción en la dependencia de los recursos naturales a medida que crecen. En los países con alto y bajo PIB, la relación no es significativa, lo que indica que el impacto del PIB en las rentas de los recursos naturales en estos contextos es menos claro.

Las estadísticas del modelo revelan un bajo  $R^2$  en todas las categorías, con un máximo de 0.059 en los países con alto PIB, lo que indica que los modelos explican solo una pequeña parte de la variabilidad en las rentas de los recursos naturales. Esto sugiere que hay otros

factores importantes que no están siendo capturados. La estadística F es significativa en los países con alto PIB y PIB medio, validando la relevancia estadística de estos modelos, aunque con una capacidad explicativa limitada. En los países con PIB bajo, la estadística F no es significativa, lo que indica que el modelo no es adecuado para explicar la variabilidad en las rentas de los recursos naturales en estos contextos.

Como sexto caso de estudio, se tiene a la extracción de agua dulce para uso industrial, con la tabla que lo resume en:

*Tabla 9*  
*Relación del PIB y la Extracción anual de agua dulce para uso industrial*

<b>Extracción.anual.de.agua.dulce.para.uso.industrial - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	0.005 (0.036)	-0.005 (0.004)	-0.0003 (0.004)
<b>América Central</b>		-0.007 (0.012)	
<b>América del Norte</b>	-0.045** (0.020)		
<b>América del Sur</b>	-0.007 (0.014)	0.010 (0.009)	0.041 (0.084)
<b>Asia</b>	-0.010	0.004	0.0004

	(0.007)	(0.004)	(0.011)
<b>Caribe</b>	0.059*** (0.016)	0.000 (0.012)	
<b>Europa</b>	-0.046*** (0.009)	-0.025*** (0.006)	
<b>Oceanía</b>	0.049*** (0.018)	0.019 (0.015)	
<b>Observations</b>	543	2,853	908
<b>R2</b>	0.150	0.029	0.073
<b>Adjusted</b>	0.076	-0.030	-0.009
<b>F Statistic</b>	14.631***	11.562***	9.361***

El análisis de la relación entre la extracción anual de agua dulce para uso industrial y el PIB revela patrones variados según la región y el nivel de desarrollo económico, lo que sugiere que el impacto del crecimiento económico en el uso de recursos hídricos para fines industriales es complejo y depende de múltiples factores.

En África, los resultados no muestran una relación significativa entre el PIB y la extracción de agua dulce para uso industrial en ninguna de las categorías de PIB (alto, medio, bajo).

En América Central, el análisis solo reporta datos para los países con PIB medio, donde se encuentra una relación negativa no significativa (-0.007). Esto sugiere que en esta región, un

mayor PIB podría estar asociado con una ligera disminución en la extracción de agua para uso industrial, aunque esta relación no es lo suficientemente fuerte como para ser concluyente.

En América del Norte, se observa una relación negativa significativa entre el PIB y la extracción de agua dulce para uso industrial en los países con PIB alto, con un coeficiente de -0.045. Este resultado indica que a medida que las economías en esta región crecen, tienden a reducir la extracción de agua para uso industrial.

En América del Sur, los resultados son mixtos. En los países con PIB alto, se observa un coeficiente negativo (-0.007), mientras que en los países con PIB medio, el coeficiente es positivo (0.010). Sin embargo, ambos coeficientes no son estadísticamente significativos, lo que sugiere que el crecimiento económico en esta región no tiene un impacto claro sobre la extracción de agua para uso industrial. En los países con PIB bajo, se observa un coeficiente positivo (0.041), pero nuevamente, este resultado no es significativo, indicando una gran variabilidad y falta de una relación definida en los países menos desarrollados de la región.

En Asia, los resultados muestran una relación negativa y no significativa en los países con PIB alto (-0.010), y una relación positiva en los países con PIB medio (0.004) y bajo (0.0004), aunque estas relaciones tampoco son significativas.

En el Caribe, se encuentra una relación positiva y significativa entre el PIB y la extracción de agua dulce para uso industrial en los países con PIB alto, con un coeficiente de 0.059. Esto indica que, en esta región, un mayor PIB está asociado con un aumento en la extracción de agua para uso industrial, lo que podría reflejar una expansión en las actividades industriales que demandan más recursos hídricos a medida que las economías crecen. En los países con PIB medio, no se observa una relación significativa.

En Europa, los resultados muestran una relación negativa y significativa entre el PIB y la extracción de agua dulce para uso industrial en los países con PIB alto y medio, con coeficientes de -0.046 y -0.025 respectivamente. Esto sugiere que, en Europa, el crecimiento económico está asociado con una reducción en la extracción de agua para uso industrial.

En Oceanía, se observa una relación positiva y significativa entre el PIB y la extracción de agua para uso industrial en los países con PIB alto, con un coeficiente de 0.049. Este resultado indica que en los países más desarrollados de esta región, un mayor PIB está asociado con un aumento en la extracción de agua para uso industrial, en los países con PIB medio, también se observa un coeficiente positivo (0.019), aunque no significativo, sugiriendo una tendencia similar pero con menor fuerza estadística.

Las estadísticas del modelo revelan un bajo  $R^2$  en todas las categorías de PIB, con un máximo de 0.150 en los países con PIB alto, lo que indica que los modelos explican solo una pequeña parte de la variabilidad en la extracción de agua para uso industrial. Esto sugiere que otros factores importantes no considerados en el modelo podrían estar influyendo en el uso de recursos hídricos para fines industriales. A pesar de esto, la estadística F es significativa en todas las categorías, validando la relevancia estadística de los modelos, aunque su capacidad explicativa sea limitada.

Por último, se tiene el modelaje respecto al impacto del PIB respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, donde se aprecia lo siguiente:

Tabla 10  
Relación del PIB y las emisiones de CO2

<b>LN.Emisiones.de.CO2 - LN.PIB</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>África</b>	0.463*** (0.013)	0.390*** (0.033)	
<b>América Central</b>	0.344*** (0.038)	0.592** (0.248)	
<b>América del Norte</b>	-0.306*** (0.067)	0.151 (0.118)	
<b>América del Sur</b>	0.300*** (0.021)	0.044 (0.810)	
<b>Asia</b>	0.472*** (0.014)	0.425*** (0.011)	1.035*** (0.058)
<b>Caribe</b>	0.268*** (0.050)	0.455*** (0.094)	
<b>Europa</b>	-0.005 (0.021)	-0.042** (0.017)	-0.254* (0.130)
<b>Oceanía</b>	0.184*** (0.041)	0.124*** (0.044)	

<b>Observations</b>	126	3,048	815
<b>R2</b>	0.904	0.514	0.395
<b>Adjusted</b>	0.897	0.488	0.350
<b>F Statistic</b>	366.336***	382.249***	70.706***

El análisis de las emisiones de CO2 en relación con el PIB revela patrones distintos en diferentes regiones y niveles de PIB. En África, un aumento del 1% en el PIB se asocia con un incremento del 46.3% en las emisiones de CO2 para economías de alto PIB y del 39.0% para economías de nivel medio, indicando una fuerte relación positiva entre el crecimiento económico y las emisiones en esta región. En América Central, el efecto varía significativamente entre los niveles de PIB: un 1% de aumento en el PIB se traduce en un aumento del 34.4% en las emisiones de CO2 en economías de alto PIB y un 59.2% en economías de nivel medio.

En América del Norte, sin embargo, se observa una disminución del 30.6% en las emisiones de CO2 para economías de alto PIB con un crecimiento del 1% en el PIB, lo que sugiere una posible adopción de tecnologías más limpias o políticas de reducción de emisiones. Esta relación no es significativa en economías de nivel medio. En América del Sur, las emisiones de CO2 aumentan un 30.0% en economías de alto PIB con un crecimiento del 1% en el PIB, mientras que el efecto en economías de nivel medio no es significativo.

En Asia, un aumento del 1% en el PIB está asociado con incrementos significativos en las emisiones de CO2 en todos los niveles de PIB: 47.2% para economías de alto PIB, 42.5% para economías de nivel medio y un impresionante 103.5% para economías de bajo PIB, destacando la dependencia de fuentes de energía intensivas en carbono en esta región. En el

Caribe, las emisiones de CO<sub>2</sub> también aumentan considerablemente con el crecimiento económico, con un 26.8% en economías de alto PIB y 45.5% en economías de nivel medio.

En Europa, el patrón es diferente: un aumento del 1% en el PIB en economías de alto PIB no tiene un efecto significativo, mientras que en economías de nivel medio y bajo, las emisiones disminuyen en un 4.2% y un 25.4% respectivamente. En Oceanía, un aumento del 1% en el PIB se asocia con un incremento del 18.4% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en economías de alto PIB y del 12.4% en economías de nivel medio.

El valor de R<sup>2</sup> indica que los modelos explican un porcentaje considerable de la variabilidad en las emisiones de CO<sub>2</sub>: 90.4% para economías de alto PIB, 51.4% para economías de nivel medio y 39.5% para economías de bajo PIB, siendo particularmente fuerte en el caso de economías de alto PIB. Los resultados son robustos como lo indica el F statistic, que es significativo en todos los modelos, lo que respalda la fiabilidad de los resultados obtenidos.

En resumen, de los resultados obtenidos se destaca que respecto al acceso a la electricidad, se está positivamente asociado con el PIB en la mayoría de las regiones y niveles de PIB. En África, América Central y Asia, se observa un aumento significativo en el acceso a la electricidad con un incremento del PIB, destacándose particularmente en economías con un PIB bajo y alto, con incrementos de hasta el 14.9% en África y el 31.9% en Asia para economías de bajo PIB. En contraste, América del Norte y Europa muestran resultados no significativos en la mayoría de los casos, sugiriendo que el acceso a la electricidad podría no ser una limitación importante en estas regiones.

El análisis del consumo de energía renovable muestra una relación negativa con el PIB en varias regiones, destacando en África y Asia, donde un incremento del PIB está asociado con una disminución en el consumo de energía renovable, alcanzando hasta un -9.4% en África

para economías de bajo PIB. En Europa, por otro lado, se observa una relación positiva en economías de alto y medio PIB, con incrementos del 6.5% y 4.5%, lo que sugiere una mayor adopción de energía renovable en economías más avanzadas.

La relación entre el área forestal y el PIB muestra una tendencia negativa en la mayoría de las regiones y niveles de PIB, especialmente en África y América Central, donde se observa una disminución significativa en el área forestal con el aumento del PIB, alcanzando una disminución del 1.5% en África y América Central para economías de alto y medio PIB. Este hallazgo es consistente con la idea de que el crecimiento económico puede estar asociado con la deforestación en estas regiones. Los resultados en América del Sur y Asia son menos consistentes, con resultados no significativos.

Para el caso de las tierras cultivables, el análisis muestra que la relación entre tierras cultivables y PIB varía ampliamente entre regiones y niveles de PIB. En África, la relación es positiva en economías con PIB bajo, con un incremento del 1.9% en tierras cultivables, mientras que en economías de nivel medio se observa un aumento del 1.2%. Sin embargo, en América Central y América del Sur, los resultados son menos claros, con algunas relaciones no significativas. En Asia y Europa, la relación es negativa en economías de alto PIB, sugiriendo que el crecimiento económico puede no siempre llevar a un aumento en las tierras cultivables.

De las rentas naturales se observa que están positivamente asociadas con el PIB en algunas regiones, pero los resultados varían. En África, se observa una disminución del 1.7% en las rentas con el aumento del PIB en economías de alto PIB, mientras que en América Central y América del Sur los efectos son no significativos o positivos. En Asia, las rentas disminuyen un 0.9% en economías de alto PIB, indicando una posible disminución en la dependencia de recursos naturales con el crecimiento económico.

Los resultados indican una relación mixta entre la extracción de agua dulce y el PIB. En África, el efecto es no significativo, mientras que, en América del Norte y Europa, se observan disminuciones significativas en la extracción con el aumento del PIB, indicando una posible eficiencia en el uso de agua. En América del Sur y Oceanía, los efectos son variados, con algunos resultados no significativos.

Por último, respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, el análisis muestra una fuerte relación positiva entre el PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub> en la mayoría de las regiones y niveles de PIB. En África, Asia y América Central, un aumento del PIB está asociado con incrementos significativos en las emisiones de CO<sub>2</sub>, alcanzando hasta un 103.5% en Asia para economías de bajo PIB. En Europa, sin embargo, se observan relaciones negativas en economías de nivel medio y bajo, sugiriendo un efecto de reducción de emisiones en economías más avanzadas.

## Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

La investigación realizada sobre los niveles de renta mundial y su impacto en los índices de sostenibilidad ambiental ofrece una visión comprensiva sobre cómo el desarrollo económico afecta el medio ambiente en diversas regiones del mundo durante el período 2000-2020. Los resultados detallados del análisis de variables como las emisiones de CO<sub>2</sub>, la extracción de agua dulce, la pérdida de cobertura forestal, y el uso de energías renovables muestran patrones diferenciados según el nivel de ingreso y la región geográfica de los países analizados.

Los resultados obtenidos en investigación confirman en existencia una relación directa e inversamente proporcional entre el impacto sostenible ambiental y sus niveles de ingreso global. Con obtención de los resultados mediante el uso de datos de panel se indica que las regiones con mayores niveles de ingresos tienden a llevar un mayor impacto ambiental que los de niveles de ingreso bajo. Regiones como Norteamérica Europa con un mayor PIB tienden a ser más industrializados al poseer mayor cantidad de recursos, sin embargo, esto genera que haya mayor contaminación por su consumo masivo que genera la emisión de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, estas regiones llevan una relación inversamente proporcional ya que a pesar de su crecimiento económico, la tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> ha sido su disminución.

En el caso de países niveles ingreso bajo como en África que por el escaso uso de recursos que puedan generar emisiones de CO<sub>2</sub> tienden a contaminar menos al no tener un alto crecimiento económico de dicho país, conlleva a una relación directamente proporcional.

Cabe recalcar que la ubicación geográfica es un factor determinante para el comportamiento del PIB y su impacto en los indicadores sostenibilidad ambiental. La ubicación afecta la disponibilidad de los recursos naturales presentes en los países, el uso avanzado de tecnología, el tipo de industrias más predominantes y la estructura económica, por lo que países con mayor producción y niveles ingresos más altos van a tener que gastar más recursos por ende más

desperdicio y más contaminación que países con menos disponibilidad de recursos. También las economías en desarrollo donde su producción y crecimiento económico están en aumento, lo cual inciden en el impacto ambiental debido que aceleran la mayor utilización de recursos, emisiones de CO<sub>2</sub>, extracción de agua dulce, deforestación, entre otros. Las regiones deberán poner en práctica políticas de sostenibilidad para que puedan aumentar sus economías sin necesidad de aumentar la contaminación.

En América del Norte y Europa Occidental, regiones caracterizadas por un alto PIB, los resultados indican que estos países, aunque líderes en innovación tecnológica y adopción de políticas ambientales, son también grandes emisores de CO<sub>2</sub> y consumidores de recursos naturales. En contraste, en Asia y América Latina, las economías emergentes como China, India, y Brasil han mostrado un aumento sustancial en su PIB, acompañado por un crecimiento considerable en las emisiones de CO<sub>2</sub> y la explotación de recursos naturales. El análisis de datos de panel muestra que la rápida industrialización y urbanización en estas regiones ha llevado a un aumento en la contaminación del aire y el agua, así como una mayor deforestación.

Los análisis revelan variaciones significativas en la relación entre el PIB y diversos indicadores ambientales y de recursos naturales a través de diferentes regiones y niveles de PIB. En general, un mayor PIB está asociado con una mayor capacidad de acceso a electricidad y un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente en regiones como África, Asia y América Central, donde se observan incrementos notables en estas métricas. Por otro lado, en áreas de alto PIB, como Europa, se muestra una tendencia hacia una mayor adopción de energías renovables y una mejor eficiencia en la gestión de recursos como el agua dulce.

En términos de uso de tierras y recursos naturales, las relaciones son menos consistentes. La disminución del área forestal y las rentas totales de recursos naturales con el aumento del PIB en algunas regiones sugiere un posible conflicto entre el crecimiento económico y la

conservación ambiental. El impacto varía considerablemente según la región, con economías avanzadas mostrando patrones de sostenibilidad más pronunciados, mientras que, en economías emergentes, el crecimiento económico puede estar vinculado a una mayor presión sobre los recursos naturales y una menor adopción de prácticas sostenibles. Teniendo en cuenta las referencias utilizadas para el soporte de nuestra investigación, el tratamiento de datos del PIB de un país con algún indicador ambiental como la investigación de Asif (2024), reflejan la estrecha relación entre los niveles de ingresos de diferentes países con los índices de sostenibilidad ambiental. Al igual que en nuestro estudio, los países con niveles de renta alto tienen mejores índices de sostenibilidad, mientras que los países de ingresos medianos y bajos tienen más variaciones en sus resultados. La presencia de heterocedasticidad es un factor muy presente en este tipo de investigaciones, tanto en estudios de un solo país como de varios, debido al tratamiento de datos ambientales, pero respalda la presencia de esta “enfermedad” en este tipo de análisis, el cual se abarcó de una forma más detallada con varios indicadores y con los niveles de ingreso de todos los países. Sin embargo, mediante el método Cluster se intentó corregir la presencia de esta enfermedad, pero la naturaleza propia de los datos hace que exista mucha dispersión por la cantidad de observaciones en el modelo, y se terminó haciendo un eficiente ajuste de los datos.

En esta investigación los datos obtenidos fueron netamente del Banco Mundial para abarcar con el estudio del PIB todos los países para luego ver su relación con los indicadores de sostenibilidad. Sin embargo, al analizar todos los países no había datos actualizados que complicaron la investigación ya que no han sido analizados durante los últimos años para tomarlos en cuenta en el estudio. Por ende, recomendamos para futuras investigaciones en otra base de datos más específica de dicho país para no tener variables que no se pueden estudiar por la no existencia de los datos. Con la ayuda de este estudio ya se proporcionan los datos de

todos los países segmentados por niveles de renta alto, medio, bajo; lo que hará mucho más sencillo otra indagación científica o estadística.

Los estudios futuros deberán tomar a consideración esta investigación para buscar la relación detallada y específica de algún país con tantos indicadores de sostenibilidad. Ya con estos datos proporcionados será mucho más sencillo investigar a un país e indagar el porqué de su crecimiento o decrecimiento económico junto con las políticas de sostenibilidad que aplican sus respectivos gobiernos.

Por último a otras futuras investigaciones se recomienda tratar la heterocedasticidad con errores estándares robustos usando de base nuestra segmentación de Cluster agrupada por regiones para disminuir la dispersión y tener resultados más precisos.

## Anexos

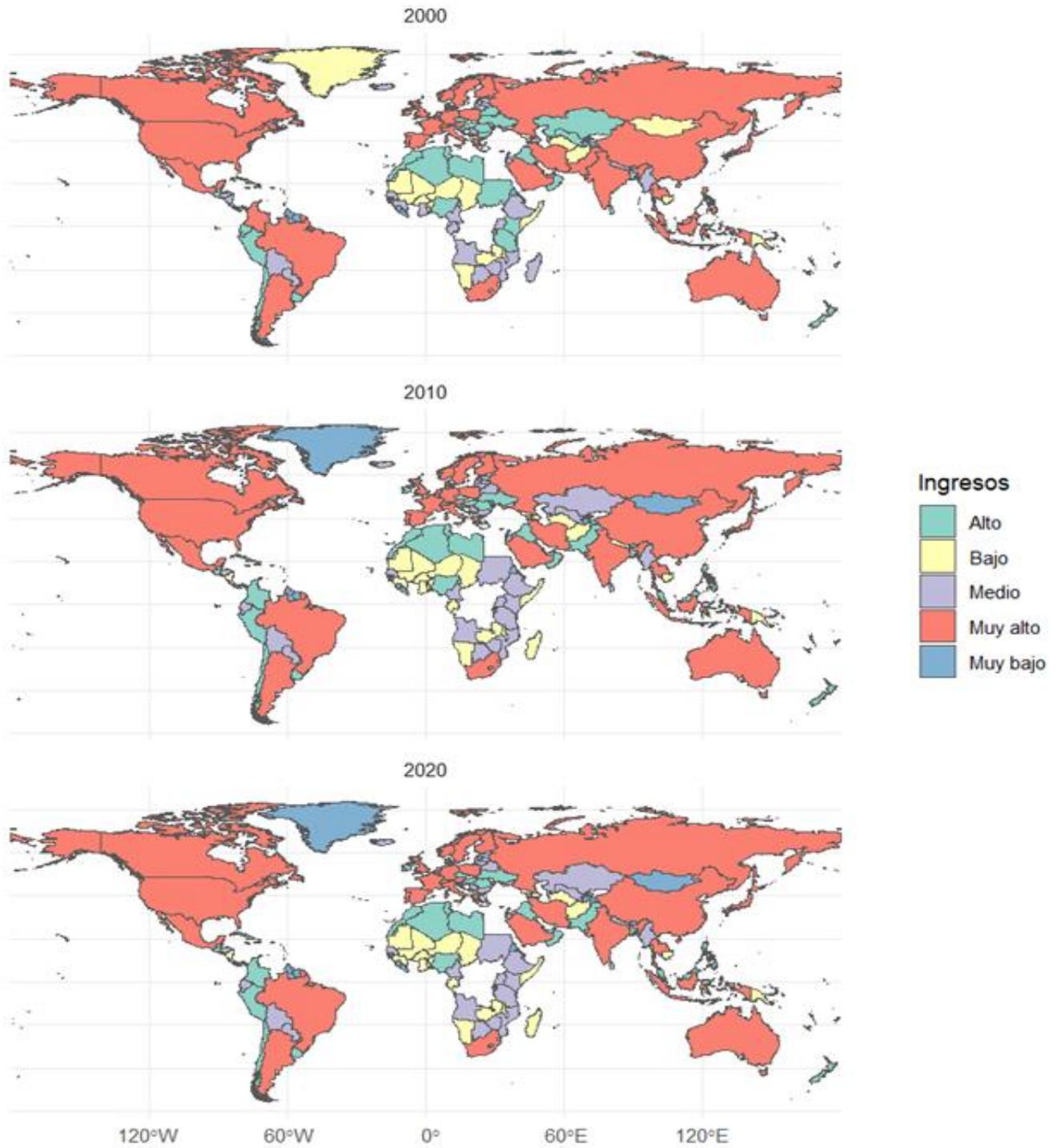
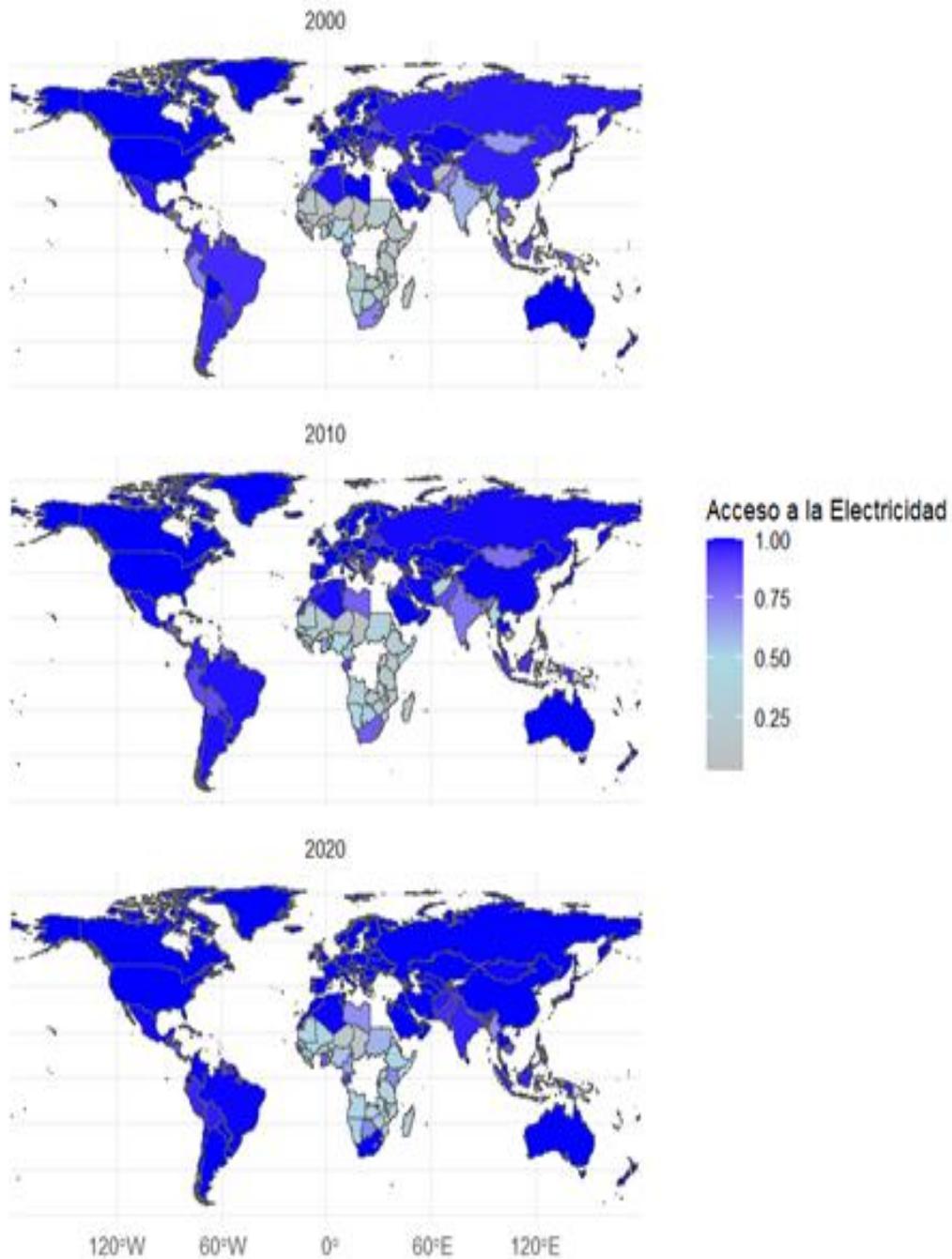


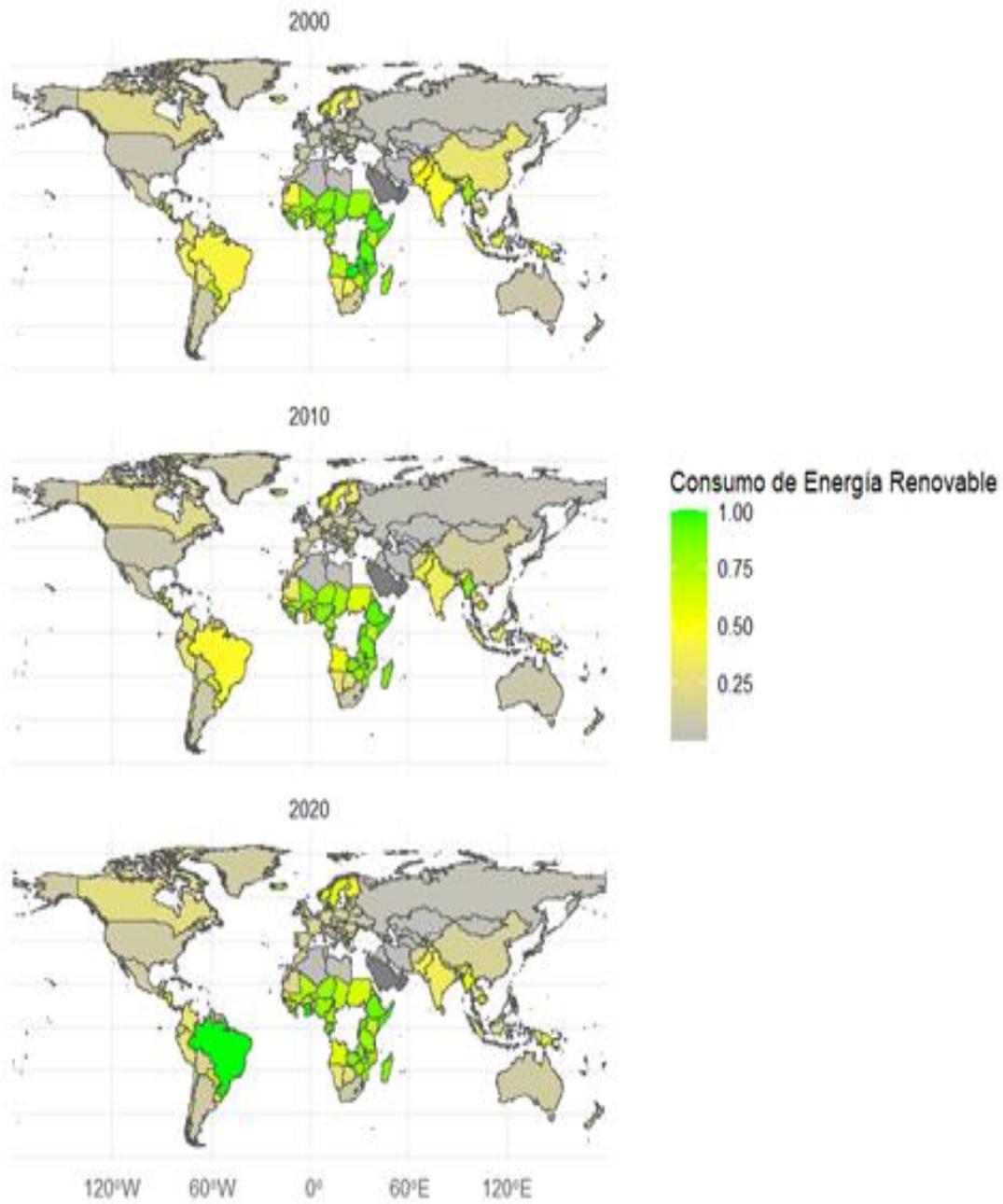
Figura 8  
Evolución de los ingresos por país (2000,2010,2020)

### Evolución del acceso a la electricidad por País (2000, 2010, 2020)



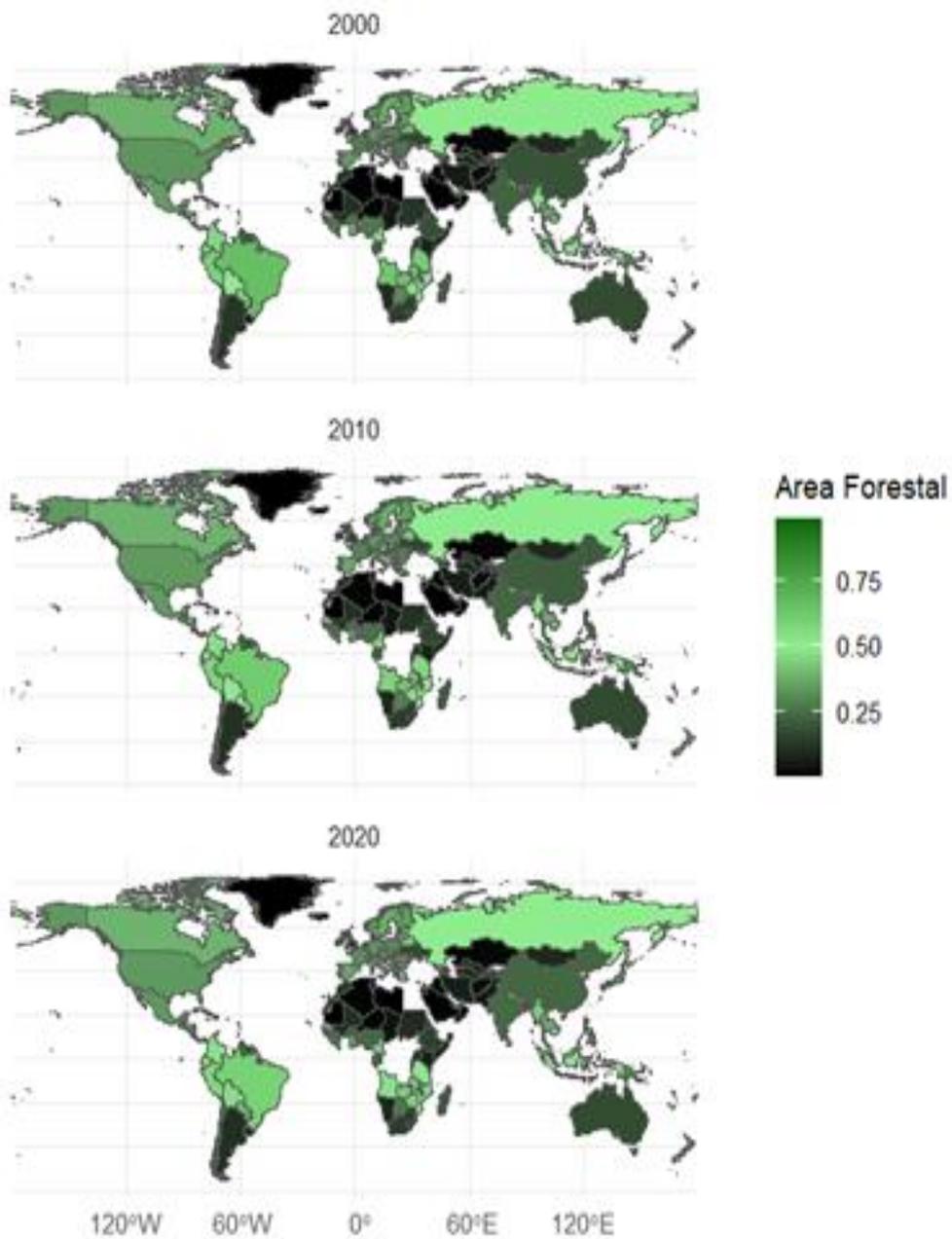
*Figura 9*  
*Evolución del acceso a la electricidad por país (2000,2010,2020)*

### Evolución del consumo de energía renovable por País (2000, 2010, 2020)



*Figura 10*  
*Evolución del consumo de energía renovable por país*

## Evolución del Area Forestal por País (2000, 2010, 2020)



*Figura 11*  
*Evolución del área forestal por país (2000,2010,2020)*

## Evolución de las Tierras Cultivables por País (2000, 2010, 2020)

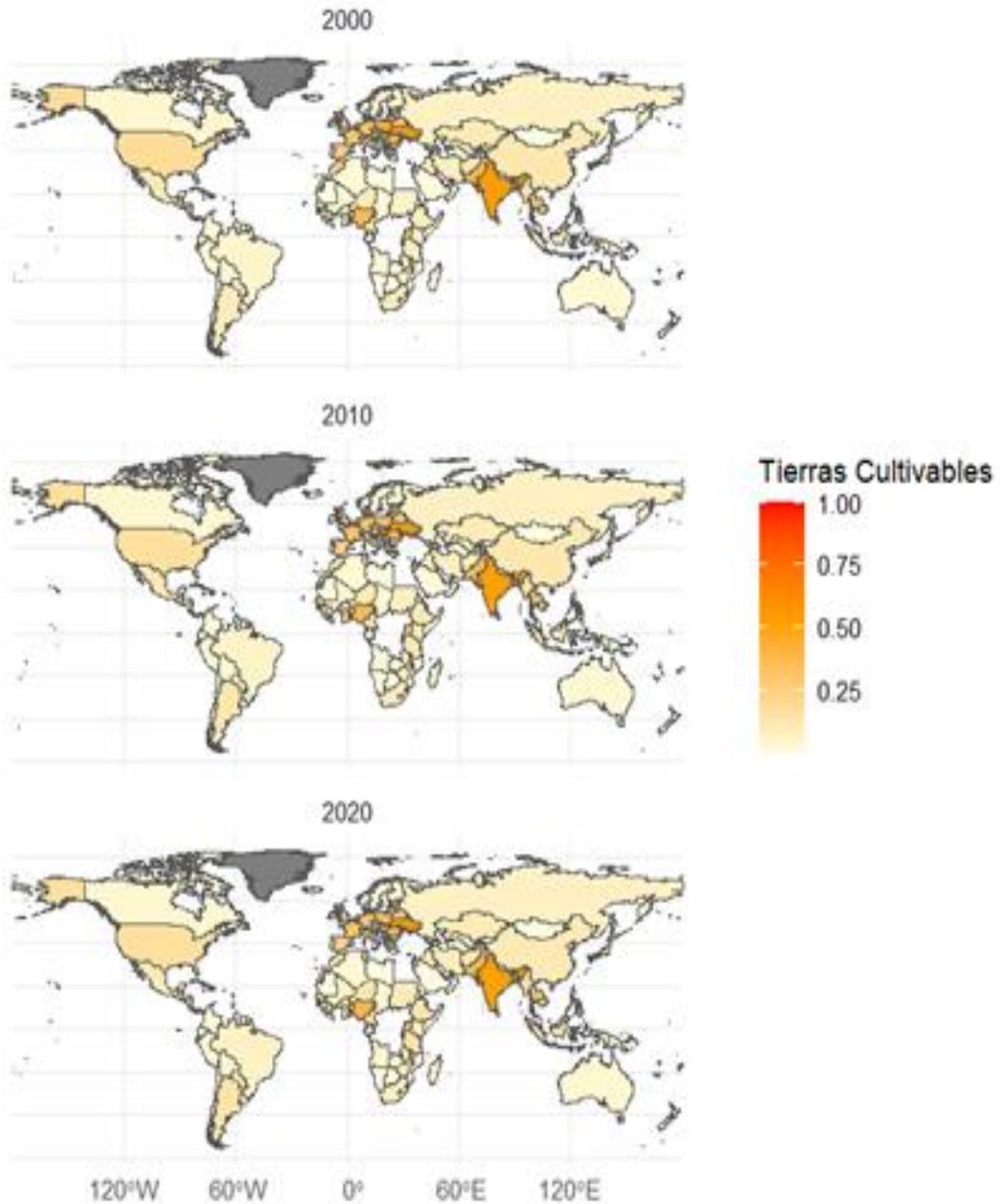
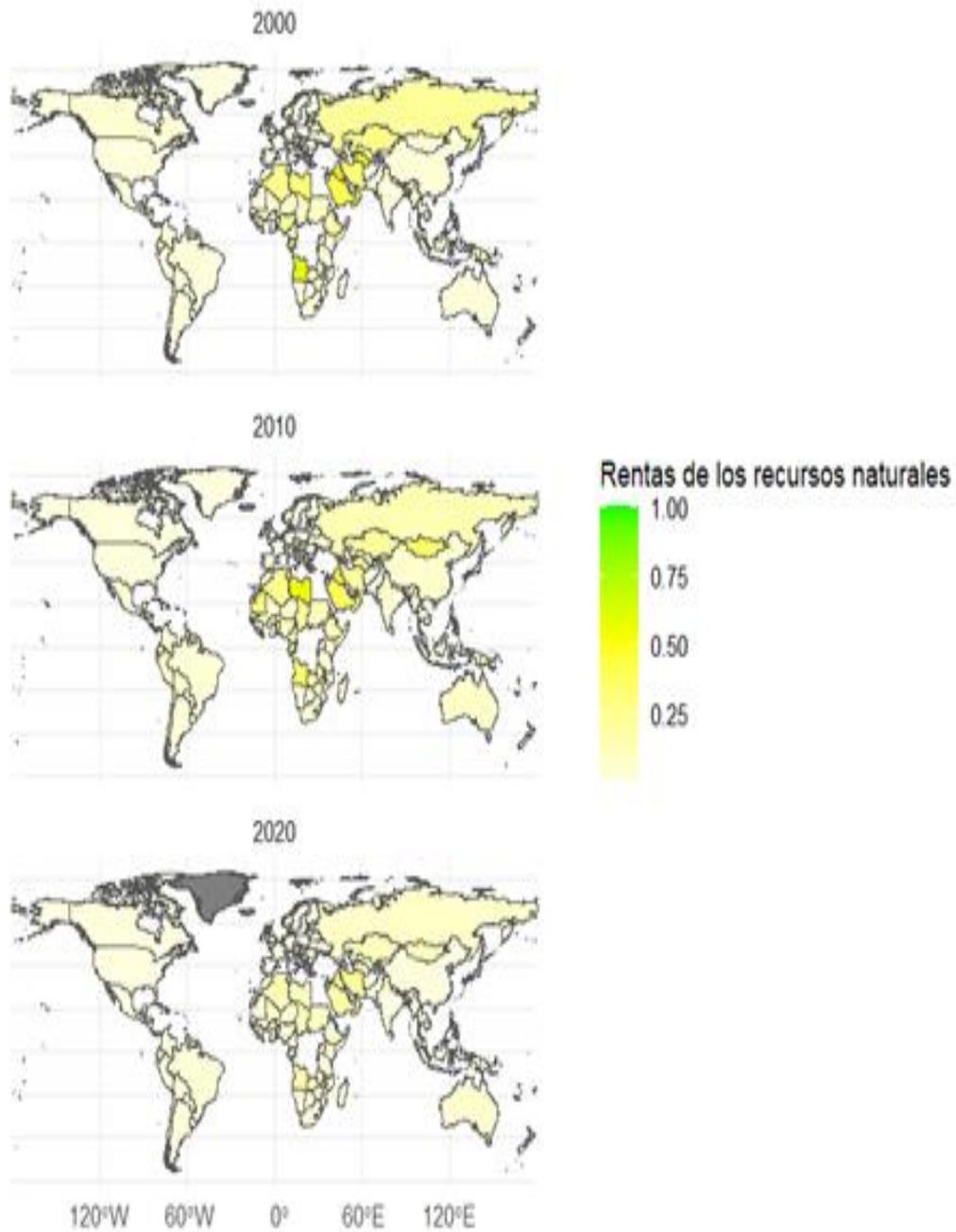


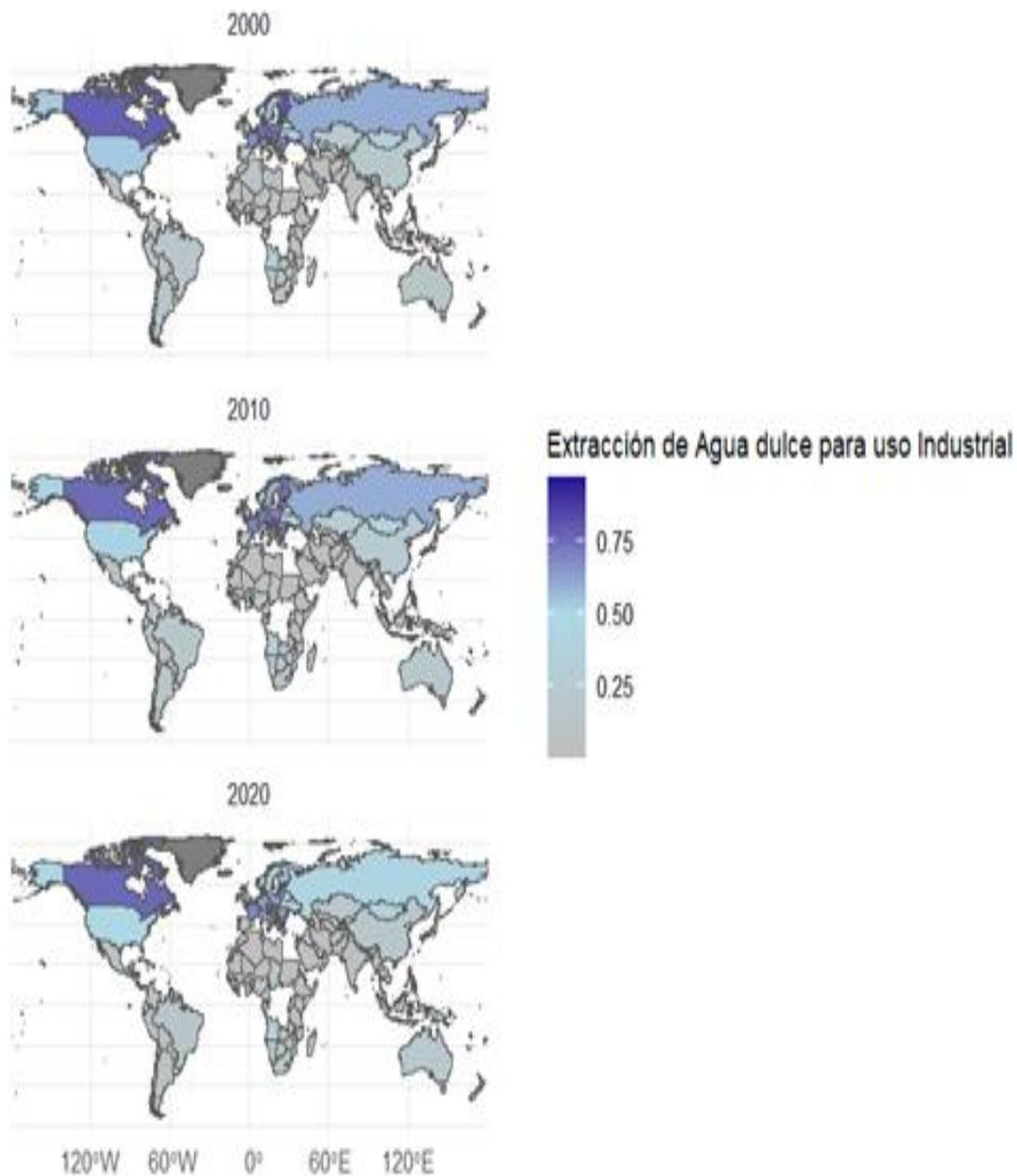
Figura 12  
Evolución de las tierras cultivables por país (2000,2010,2020)

## Evolución de las Rentas de los recursos naturales por País (2000, 2010, 2020)



*Figura 13*  
*Evolución de las rentas de los recursos naturales por país (2000,2010,2020)*

## Evolución de la Extracción de Agua dulce para uso Industrial por País (2000, 2010, 2020)



*Figura 14*  
*Evolución de la extracción de agua dulce*

## Evolución de la Extracción de Emisiones de CO2 por País (2000, 2010, 2020)

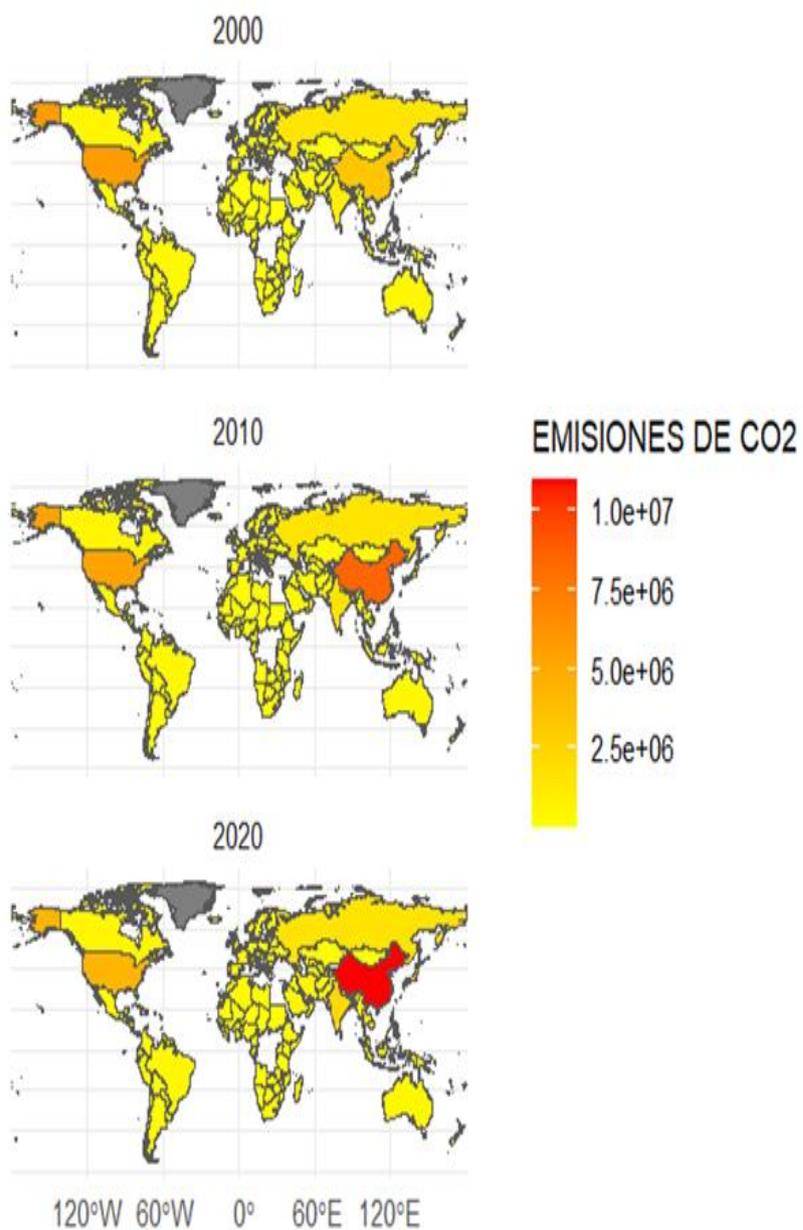


Figura 15

Evolución de la extracción de emisiones de CO2 por país (2000,2010,2020)

## Código de Cluster y Data Panel Rstudio

[file2.html](#)

# Codigo Cluster y Data Panel Efectos Fijos

Luis David León

2024-08-24

## R Markdown

This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

When you click the **Knit** button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks within the document. You can embed an R code chunk like this:

```
library(foreign)
library(cluster)
library(foreign)
library(car)
```

```
## Loading required package: carData
```

```
library(gplots)
```

```
##
## Attaching package: 'gplots'
```

```
## The following object is masked from 'package:stats':
##
##   lowess
```

```
library(memisc)
```

```
## Loading required package: lattice
```

```
## Loading required package: MASS
```

```
##
## Attaching package: 'memisc'
```

```
## The following object is masked from 'package:car':
##
##   recode
```

## Código de Cluster y Data Panel Rstudio

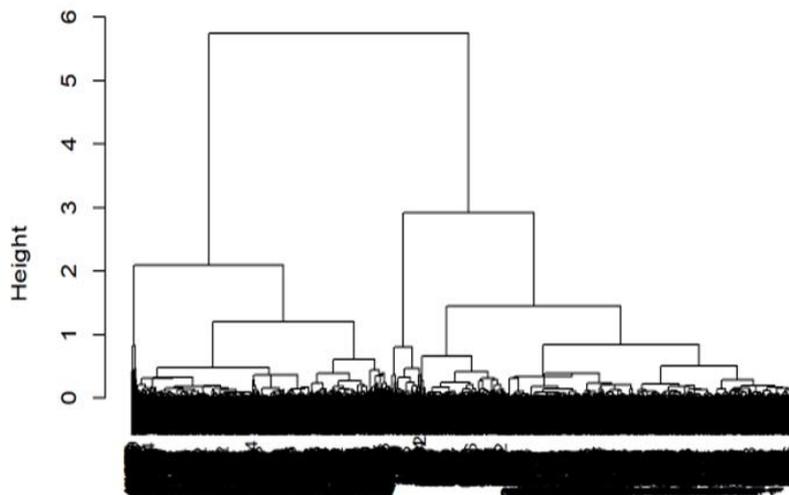
```
## Breusch-Godfrey/Wooldridge test for serial correlation in panel models
##
## data: Access.to.electricity ~ LN.PIB:UBICACIÓN
## chisq = 376.09, df = 2, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors
```

```
##
## studentized Breusch-Pagan test
##
## data: fixedATEC3
## BP = 137.86, df = 8, p-value < 2.2e-16
```

```
## [1] FALSE
```

```
## The following objects are masked from datal (pos = 3):
##
## Access.to.electricity, Consumo.de.energia.renovable, COUNTRY,
## Emisiones.de.CO2,
## Extracción.anual.de.agua.dulce.para.uso.industrial, Forest.area,
## INGRESOS, LN.Emisiones.de.CO2, LN.PIB, LN.PIB.per.cápita, PIB,
## PIB.Crecimiento, PIB.per.cápita, PIB.per.cápita.Crecimiento,
## Rentas.totales.de.los.recursos.naturales, Tierras.cultivables,
## UBICACIÓN, YEAR
```

Cluster Dendrogram



# DataBase:

[https://1drv.ms/x/s!Atd5tEHZ5a73iZYmdfQruniwP1e\\_FQ?e=aPfF3e](https://1drv.ms/x/s!Atd5tEHZ5a73iZYmdfQruniwP1e_FQ?e=aPfF3e)

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	COUNTRY	YEAR	INGRE	UBICACIÓN	PIB per cápita	PIB	Crecim	Access	Forest	Tierras	Rentas	Consu	Extra	Jones c	PIB per	LN PIB	visiones	
2	United States	2019	Muy alto	América del Norte	\$ 65,548.07	2.467%	21,321,995,000,000.00	2.001%	100.000%	33.867%	17.244%	0.557%	10.200%	47.199%	481710.4	11.0905391	30.7000687	15.38780
3	United States	2020	Muy alto	América del Norte	\$ 64,317.40	-2.213%	21,322,950,000,000.00	-3.156%	100.000%	33.867%	17.244%	0.330%	11.000%	47.199%	432053.2	11.0715855	30.690051	15.27888
4	United States	2018	Muy alto	América del Norte	\$ 63,202.26	2.967%	20,656,516,000,000.00	2.425%	100.000%	33.867%	17.244%	0.596%	9.900%	47.199%	481936.1	11.0074565	30.6071679	15.38815
5	United States	2017	Muy alto	América del Norte	\$ 60,322.26	2.458%	19,612,102,000,000.00	1.811%	100.000%	33.867%	17.244%	0.428%	9.700%	47.199%	481936.1	11.0074565	30.6071679	15.38815
6	United States	2016	Muy alto	América del Norte	\$ 58,206.61	1.819%	18,804,913,000,000.00	1.084%	100.000%	33.900%	17.184%	0.303%	9.900%	47.199%	489499.2	10.9717543	30.5651393	15.40362
7	United States	2015	Muy alto	América del Norte	\$ 57,040.21	2.946%	18,295,019,000,000.00	-2.190%	100.000%	33.900%	17.125%	0.234%	8.900%	47.199%	4990703.7	10.9515117	30.53765	15.42308
8	United States	2014	Muy alto	América del Norte	\$ 55,304.32	2.524%	17,608,138,000,000.00	1.775%	100.000%	33.870%	17.065%	0.703%	9.000%	48.048%	5107208.6	10.9206062	30.4993823	15.44616
9	United States	2013	Muy alto	América del Norte	\$ 53,409.75	2.118%	16,880,683,000,000.00	1.413%	100.000%	33.840%	17.005%	0.751%	8.900%	48.866%	5092097.2	10.8857486	30.4571911	15.44320
10	United States	2012	Muy alto	América del Norte	\$ 51,784.41	2.289%	16,253,970,000,000.00	1.541%	100.000%	33.810%	16.945%	0.777%	8.500%	49.658%	4956053	10.8548444	30.4195883	15.41612
11	United States	2011	Muy alto	América del Norte	\$ 50,065.98	1.564%	15,599,732,000,000.00	0.829%	100.000%	33.779%	17.094%	1.235%	8.400%	50.418%	5173591.2	10.821097	30.3782249	15.45907
12	United States	2010	Muy alto	América del Norte	\$ 48,650.66	2.695%	15,048,971,000,000.00	1.847%	100.000%	33.749%	17.242%	0.969%	7.400%	51.154%	5392109.4	10.7924207	30.3423307	15.50044
13	United States	2009	Muy alto	América del Norte	\$ 48,570.66	0.114%	14,769,862,000,000.00	-0.829%	100.000%	33.636%	17.538%	1.929%	6.800%	52.501%	5658378.9	10.7907626	30.3236099	15.53081
14	China	2020	Muy alto	Asia	\$ 10,408.72	-2.239%	14,687,744,162,801.00	1.996%	100.000%	23.431%	11.606%	0.864%	14.900%	17.726%	10944686.2	9.2503915	30.3180345	16.20836
15	United States	2009	Muy alto	América del Norte	\$ 47,194.95	-2.577%	14,478,067,000,000.00	-3.427%	100.000%	33.693%	17.390%	0.744%	7.900%	51.848%	5156424.9	10.7620422	30.303656	15.45571
16	United States	2007	Muy alto	América del Norte	\$ 48,050.23	2.004%	14,474,228,000,000.00	1.038%	100.000%	33.526%	17.658%	1.078%	6.900%	53.116%	5736519.3	10.7800021	30.3039908	15.56232
17	China	2019	Muy alto	Asia	\$ 10,143.86	5.951%	14,279,968,506,271.70	5.575%	100.000%	23.231%	11.628%	1.267%	14.300%	20.222%	10762824	9.2246239	30.2898789	16.19160
18	China	2018	Muy alto	Asia	\$ 9,905.41	6.750%	13,894,907,857,880.60	6.252%	100.000%	23.031%	11.782%	1.425%	13.500%	20.972%	10567262	9.2008399	30.2625435	16.17327
19	United States	2006	Muy alto	América del Norte	\$ 46,301.99	2.785%	13,815,583,000,000.00	1.798%	100.000%	33.476%	17.903%	1.131%	6.400%	52.697%	5653081	10.7426022	30.2568183	15.47711
20	United States	2005	Muy alto	América del Norte	\$ 44,123.40	3.484%	13,039,197,000,000.00	2.534%	100.000%	33.413%	18.148%	1.497%	5.800%	54.234%	5754983.2	10.6947545	30.1989811	15.56331
21	China	2017	Muy alto	Asia	\$ 8,817.05	6.947%	12,310,491,393,980.90	6.800%	100.000%	22.831%	11.933%	1.314%	13.000%	21.100%	10089273.2	9.0844213	30.141473	16.12698
22	United States	2004	Muy alto	América del Norte	\$ 41,724.64	3.848%	12,217,196,000,000.00	2.891%	100.000%	33.357%	18.393%	1.254%	5.500%	54.082%	5738286	10.6388471	30.138856	15.56275
23	United States	2003	Muy alto	América del Norte	\$ 39,490.30	2.796%	11,456,450,000,000.00	1.916%	100.000%	33.300%	18.635%	1.046%	5.300%	53.918%	5658992	10.6583104	30.0699574	15.54878
24	China	2016	Muy alto	Asia	\$ 8,094.39	6.849%	11,233,313,730,348.70	6.238%	100.000%	22.630%	12.085%	1.052%	12.600%	21.655%	9860914	8.9989265	30.0499049	16.10408
25	China	2015	Muy alto	Asia	\$ 8,016.45	7.041%	11,061,572,618,578.70	6.421%	100.000%	22.400%	12.368%	1.175%	12.200%	22.321%	9859381.2	8.9892041	30.0344883	16.10392
26	United States	2002	Muy alto	América del Norte	\$ 37,997.74	1.700%	10,929,108,000,000.00	0.761%	100.000%	33.243%	18.880%	0.698%	4.800%	53.754%	5593024.4	10.5453282	30.0245508	15.53703
27	United States	2001	Muy alto	América del Norte	\$ 37,133.62	0.956%	10,581,929,000,000.00	-0.039%	100.000%	33.187%	19.144%	0.916%	4.700%	53.589%	5742611.8	10.5222728	29.9901689	15.56408
28	China	2014	Muy alto	Asia	\$ 7,636.07	7.426%	10,475,624,944,355.20	6.751%	100.000%	22.194%	12.314%	0.210%	11.000%	22.630%	10021043.4	8.94063892	29.9800722	16.12019
29	United States	2000	Muy alto	América del Norte	\$ 36,329.97	4.078%	10,250,952,000,000.00	2.926%	100.000%	33.130%	19.141%	1.113%	5.400%	53.777%	577807.2	10.5003983	29.9593917	15.56918
30	China	2013	Muy alto	Asia	\$ 7,020.39	7.766%	9,570,471,111,831.68	7.051%	100.000%	21.987%	12.396%	2.983%	11.500%	29.132%	9979128	8.8857749	29.8897055	16.11600
31	China	2012	Muy alto	Asia	\$ 6,900.58	7.864%	8,932,185,381,680.59	7.135%	99.900%	21.781%	12.497%	4.088%	11.500%	23.604%	9640399.7	8.74839732	29.7748666	16.07106
32	China	2011	Muy alto	Asia	\$ 5,614.39	9.551%	7,551,545,703,440.75	8.954%	99.900%	21.575%	12.641%	7.685%	11.900%	24.383%	9282553.7	8.63308752	29.6527734	16.04364
33	Japan	2012	Muy alto	Asia	\$ 49,145.28	1.375%	6,272,362,996,105.03	1.537%	100.000%	68.470%	11.649%	0.020%	4.700%	14.169%	10251914.4	10.8023961	29.4671743	16.04202
34	Japan	2011	Muy alto	Asia	\$ 48,760.08	0.024%	6,233,147,172,341.35	0.209%	100.000%	68.482%	11.671%	0.022%	4.800%	14.197%	12313775.6	10.7946672	29.4609205	16.02924
35	China	2010	Muy alto	Asia	\$ 4,550.47	10.636%	6,087,191,746,679.49	10.103%	99.700%	21.368%	12.796%	6.287%	12.200%	24.517%	8474922.7	8.4229867	29.437208	15.95262
36	Japan	2010	Muy alto	Asia	\$ 44,968.16	4.098%	5,759,071,769,013.11	4.079%	100.000%	68.494%	11.748%	0.020%	4.700%	14.226%	1157241.8	10.7137099	29.3817974	15.9611
37	Japan	2009	Muy alto	Asia	\$ 41,309.00	-5.693%	5,289,493,117,993.89	-5.681%	100.000%	68.469%	11.781%	0.019%	4.500%	14.254%	1102386.2	10.6388156	29.2907435	13.9298
38	Japan	2013	Muy alto	Asia	\$ 40,898.65	2.005%	5,212,328,181,166.18	1.152%	100.000%	68.458%	11.627%	0.023%	5.000%	14.140%	1267376.2	10.6188523	29.2802477	14.05255
39	Japan	2019	Muy alto	Asia	\$ 40,415.96	-0.402%	5,117,993,853,018.51	-0.262%	100.000%	68.409%	11.314%	0.093%	7.800%	13.138%	1078645.3	10.60698	29.2637837	13.88657
40	Japan	2008	Muy alto	Asia	\$ 39,876.30	-1.224%	5,106,679,115,127.30	-1.272%	100.000%	68.444%	11.819%	0.024%	4.400%	14.833%	1158836.1	10.5953375	29.2615704	13.96292
41	China	2009	Muy alto	Asia	\$ 3,832.23	9.399%	5,101,691,124,285.21	8.856%	99.100%	21.177%	12.929%	3.918%	13.400%	23.729%	7719071.4	8.2512049	29.2605932	15.89202
42	Japan	2020	Muy alto	Asia	\$ 40,040.77	-4.147%	5,055,587,093,501.59	-3.865%	100.000%	68.409%	11.259%	0.097%	8.500%	13.138%	1014064.7	10.5976334	29.2515151	13.82947
43	Japan	2018	Muy alto	Asia	\$ 39,751.13	0.643%	5,040,880,939,324.86	0.771%	100.000%	68.409%	11.364%	0.037%	7.900%	13.401%	1111115.3	10.5903936	29.248602	13.92087

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	MODELO GANADOR	SIGNIFICATIVO	AUTOCORRELACION	HETEROCEDASTICIDAD			
	Access to electricity	PIB	NO APLICA						
	Access to electricity	PIB INGRESOS	NO APLICA						
	Access to electricity	PIB UBICACIÓN	NO APLICA						
	Access to electricity	PIB UBICACIÓN + PIB INGRESOS	NO APLICA						
	Access to electricity	LN PIB	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Access to electricity	LN PIB INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	NO			
	Access to electricity	LN PIB UBICACIÓN	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	NO			
	Access to electricity	LN PIB UBICACIÓN + LN PIB INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	NO			
	Access to electricity	PIB Crecimiento	RANDOM	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB Crecimiento INGRESOS	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB Crecimiento UBICACIÓN	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB Crecimiento UBICACIÓN + PIB Crecimiento INGRESOS	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita UBICACIÓN	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita UBICACIÓN + PIB per cápita INGRESOS	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	LN PIB per cápita	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	LN PIB per cápita INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Access to electricity	LN PIB per cápita UBICACIÓN	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	NO			
	Access to electricity	LN PIB per cápita UBICACIÓN + LN PIB per cápita INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita Crecimiento	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita Crecimiento INGRESOS	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita Crecimiento UBICACIÓN	FUJOS	NO	NO	NO			
	Access to electricity	PIB per cápita Crecimiento UBICACIÓN + PIB per cápita Crecimiento INGRESOS	FUJOS	NO	NO	NO			
	Forest area	PIB	NO APLICA						
	Forest area	PIB INGRESOS	NO APLICA						
	Forest area	PIB UBICACIÓN	NO APLICA						
	Forest area	PIB UBICACIÓN + PIB INGRESOS	NO APLICA						
	Forest area	LN PIB	RANDOM	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	LN PIB INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	LN PIB UBICACIÓN	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	LN PIB UBICACIÓN + LN PIB INGRESOS	FUJOS	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	PIB Crecimiento	RANDOM	NO	NO	NO			
	Forest area	PIB Crecimiento INGRESOS	RANDOM	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	PIB Crecimiento UBICACIÓN	RANDOM	SIGNIFICATIVO	SI	SI			
	Forest area	PIB Crecimiento UBICACIÓN + PIB Crecimiento INGRESOS	RANDOM						

## REFERENCIAS

- Aguilar, A., Twardowski, T., & Wohlgemuth, R. (2019). Bioeconomy for Sustainable Development. In *Biotechnology Journal* (Vol. 14, Issue 8). Wiley. <https://doi.org/10.1002/biot.201800638>
- Agyeman, J. (2005). *Sustainable Communities and the Challenge of Environmental Justice*. New York University Press.
- Almeida, D. (2013). Relación entre el crecimiento económico de Ecuador y el aumento de la degradación ambiental de 1970 a 2010. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/473005cf-a184-4bf2-8113-6002e45441aa>
- Altıntaş, H., & Kassouri, Y. (2020). Is the environmental Kuznets Curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO2 emissions? In *Ecological Indicators* (Vol. 113, p. 106187). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106187>
- Alvarez, I. (2019, 11 julio). Cuáles son las principales críticas al Banco Mundial y el FMI? Proyecto Bretton Woods. <https://www.brettonwoodsproject.org/es/2019/07/cuales-son-las-principales-criticas-al-banco-mundial-y-el-fondo-monetario-internacional/>
- Angenendt, E., Poganietz, W.-R., Bos, U., Wagner, S., & Schippl, J. (2017). Modelling and Tools Supporting the Transition to a Bioeconomy. In *Bioeconomy* (pp. 289–316). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_9)
- Ansari, S. (19 de junio de 2023). The Kuznets Curve. *Economics Online*. <https://www.economicsonline.co.uk/definitions/the-kuznets-curve.html>
- Asif, M.; Li, J.-Q.; Zia, M.A.; Hashim, M.; Bhatti, U.A.; Bhatti, M.A.; Hasnain, A. +. *Sustainability* 2024, 16, 6934. <https://doi.org/10.3390/su16166934>
- Banco Mundial. (2020). *World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. World Bank.
- Barbier, E. B., & Markandya, A. (1990). The conditions for achieving environmentally sustainable development. In *European Economic Review* (Vol. 34, Issues 2–3, pp. 659–669). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(90\)90138-o](https://doi.org/10.1016/0014-2921(90)90138-o)

- Bateman, I. J., & Mace, G. M. (2020). The natural capital framework for sustainably efficient and equitable decision making. In *Nature Sustainability* (Vol. 3, Issue 10, pp. 776–783). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0552-3>
- BBVA (27 de septiembre de 2023). El capital natural: todos los conceptos clave para entenderlo. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/el-capital-natural-todos-los-conceptos-clave-para-entenderlo/>
- Bullard, R. D. (1993). *Confronting Environmental Racism: Voices from the Grassroots*. South End Press.
- Bustamante Torres, Jorge. (2017). El óptimo pareliano y los teoremas fundamentales del bienestar social: una revisión crítica. *Ensayos de Economía*, 27(51), 163-178. <https://doi.org/10.15446/ede.v27n51.69110>
- Castro, L. M., & Lechthaler, F. (2022). The contribution of bio-economic assessments to better informed land-use decision making: An overview. In *Ecological Engineering* (Vol. 174, p. 106449). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106449>
- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. In *Economía Informa* (Vol. 389, pp. 19–37). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://doi.org/10.1016/s0185-0849\(14\)72172-3](https://doi.org/10.1016/s0185-0849(14)72172-3)
- Chandra, R. (2022). Paul Romer and Modern Endogenous Growth Theory. In: *Endogenous Growth in Historical Perspective*. Palgrave Studies in Economic History. Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-83761-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-83761-7_9)
- Chen, J. (2022). Bioeconomics: What it is, How it Works, Example. En Investopedia. Recuperado de <https://www.investopedia.com/terms/b/bioeconomics.asp#:~:text=Key%20Takeaways%201%20Bioeconomics%20is%20a%20progressive%20branch,like%20economic%20modeling%2C%20factoring%20in%20natural%20resource%20management.>
- CO2: *emisiones mundiales 1995-2023* | Statista. (2024, 13 marzo). Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/635894/emisiones-mundiales-de-dioxido-de-carbono/>
- Currie, Lauchlin, & Sandilands, Roger. (2013). Implicaciones de una Teoría del Crecimiento Endógeno en el Concepto Macroeconómico de Rendimientos Crecientes de Allyn

Young. *Revista de Economía Institucional*, 15(28), 95-126. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-59962013000100006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962013000100006&lng=en&tlng=es).

Daly, H. E., & Farley, J. (2011). *Ecological Economics: Principles and Applications*. Island Press.

De los Angeles Cienfuegos Velasco, M., & Velasco, A. C. (2016). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación. Un apoyo a su enseñanza / The quantitative and qualitative in research. Support for its teaching. *RIDE Revista Iberoamericana Para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 15. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i13.231>

Delgado, M. (2004). ESTUDIOS LONGITUDINALES: CONCEPTO Y PARTICULARIDADES. *Revista Española de Salud Pública*, 78(2), Scielo. <https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v78n2/colaboracion1.pdf>

Dupuits E. (2021). Políticas de cambio climático en los Andes: diálogo entre escalas y saberes para la adaptación. Propuestas Andinas No. 18. Quito: Adaptación en las Alturas, Programa Bosques Andinos, CONDESAN. Recuperado de <https://condesan.org/recursos/politicas-cambio-climatico-los-andes-dialogo-escalas-saberes-la-adaptacion/>

*Economía circular: definición, importancia y beneficios | Temas | Parlamento Europeo*. (s. f.). Temas | Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20es%20un,para%20crear%20un%20valor%20a%C3%B1adido>

*Economía circular: definición, importancia y beneficios*. (2023). Parlamento Europeo.

Escola, B., Palma, M.-J., González, S., & Ávalos, E. (2021). La Sostenibilidad en el Ecuador a Través de un Análisis Multicriterio Basado en Entropía, Durante el Período 2008 – 2015. In *Revista Politécnica* (Vol. 47, Issue 2, pp. 17–26). Escuela Politecnica Nacional. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n2.02>

Falconí, F., Burbano, R., & Cango, P. (2016). La discutible curva de Kuznets. FLACSO Ecuador. Recuperado de [https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la\\_discutable\\_curva\\_de\\_kuznets.pdf](https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la_discutable_curva_de_kuznets.pdf)

- Gaviria Ríos, M. A., (2007). EL CRECIMIENTO ENDÓGENO A PARTIR DE LAS EXTERNALIDADES DEL CAPITAL HUMANO. Cuadernos de Economía, XXVI(46),51-73.[fecha de Consulta 26 de Junio de 2024]. ISSN: 0121-4772. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282121961003>
- Gonzáles, V., y Poncini, G. (2024). Framework legislation on climate change in Latin America and the Caribbean. Legislative Bulletin. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Recuperado de <https://www.cepal.org/en/publications/68878-framework-legislation-climate-change-latin-america-and-caribbean-legislative>
- Guevara Alban, G., Verdesoto Arguello, A., & Castro Molina, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173
- Hoel, M., Kittelsen, S.A.C. & Kverndokk, S. Correcting the Climate Externality: Pareto Improvements Across Generations and Regions. *Environ Resource Econ* 74, 449–472 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10640-019-00325-y>
- Howitt, P. (2000). Endogenous Growth and Cross-Country Income Differences. Brown University. Recuperado de [https://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Peter\\_Howitt/publication/endogenous.pdf](https://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Peter_Howitt/publication/endogenous.pdf)
- Hummel, K., & Jobst, D. (2024). An Overview of Corporate Sustainability Reporting Legislation in the European Union. In *Accounting in Europe* (pp. 1–36). Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/17449480.2024.2312145>
- Hunjra, A. I., Bouri, E., Azam, M., Azam, R. I., & Dai, J. (2024). Economic growth and environmental sustainability in developing economies. In *Research in International Business and Finance* (Vol. 70, p. 102341). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102341>
- International Advisory Council on Global Bioeconomy (2020). Expanding the Sustainable Bioeconomy – Vision and Way Forward. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2020. Recuperado de [https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020\\_IACGB-Communique.pdf](https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf)

- IUCN. (2016). Framework for assessing and improving law for sustainability. IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 87. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.EPLP.87.en>
- Jiménez, F. (2012). Nuevas tendencias: la teoría del crecimiento endógeno. En Elementos de Teoría y Política Macroeconómica para una Economía Abierta (Teoría) (1ª ed., pp. 527-537). Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://ideas.repec.org/h/pcp/pucchp/lde-2012-02a-19.html>
- Jiménez, R., & Tito, D. (2007). Aproximación a la teoría del bienestar. Scientia Et Technica. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4787482>
- Jones, C. I. (2019). Paul Romer: Ideas, Nonrivalry, and Endogenous Growth. In The Scandinavian Journal of Economics (Vol. 121, Issue 3, pp. 859–883). Wiley. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12370>
- Kareiva, P., Tallis, H., Ricketts, T. H., Daily, G. C., & Polasky, S. (Eds.). (2011). Natural Capital. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199588992.001.0001>
- Knowler, D. A Review of Selected Bioeconomic Models with Environmental Influences in Fisheries. Journal of Bioeconomics 4, 163–181 (2002). <https://doi.org/10.1023/A:1021151809501>
- Leal, P. H., & Marques, A. C. (2022). The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective. Heliyon, 8(11), e11521. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11521>
- Lerliche Guzmán, C. E., Sosa Godínez, V. M., & Caloca Osorio, O. R. (2009). Economía y ética: Una revisión con base en la teoría del bienestar. Polis (Santiago), 8(23), 95-118. Recuperado de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-65682009000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-65682009000200005&lng=es&tlng=es)
- Llorente, I., Luna, L. Bioeconomic modelling in aquaculture: an overview of the literature. Aquacult Int 24, 931–948 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9962-z>
- Macas Lituma, G., & Macas Acosta, G. (2023). Crecimiento económico y su incidencia en el medio ambiente medido por la curva Kuznets. Ecuador, periodo 2010-2020. In Enero-

Junio 2023 (Vol. 15, Issue 1). Corporacion Universitaria Autonoma de Narino.  
<https://doi.org/10.47666/summa.5.1.7>

Martínez Moscoso, A. (2019). El nuevo marco jurídico en materia ambiental en Ecuador: estudio sobre el Código Orgánico del Ambiente. *Actualidad Jurídica Ambiental*, No. 89. Universidad de Cuenca. Recuperado de [https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2019/04/2019\\_04\\_08\\_Martinez\\_Nuevo-marco-juridico-ambiental-Ecuador.pdf](https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2019/04/2019_04_08_Martinez_Nuevo-marco-juridico-ambiental-Ecuador.pdf)

Moffatt, Mike. (2019, April 5). Essential Economics Terms: Kuznets Curve. Recuperado de <https://www.thoughtco.com/kuznets-curve-in-economics-1146122>

Mouysset, L., Doyen, L., Jiguet, F., Allaire, G., & Leger, F. (2011). Bio economic modeling for a sustainable management of biodiversity in agricultural lands. In *Ecological Economics* (Vol. 70, Issue 4, pp. 617–626). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.006>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3).

OCDE. (2011). *Towards Green Growth*. OECD Publishing.

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), 3-52. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lng=es&tlng=es)

Otilio Reyes, B., & Oslund Rains, F. S. (2014). Teoría del Bienestar y el Óptimo de Pareto como Problemas Microeconómicos. En *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*. Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5109420.pdf>

Oyola-García, A. E. (2021). La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 90-93. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905>

- Peretto, P. F. (2021). Through scarcity to prosperity: Toward a theory of sustainable growth. In *Journal of Monetary Economics* (Vol. 117, pp. 243–257). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2020.01.004>
- Porter, M. E. (1991). *America's Green Strategy*. Scientific American.
- Pyka, A., Cardellini, G., van Meijl, H., & Verkerk, P. J. (2022). Modelling the bioeconomy: Emerging approaches to address policy needs. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 330, p. 129801). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129801>
- Quinde Rosales, V., Bucaram Leverone, R., Saldaña Vargas, M., & Ordeñana Proaño, A. (2020). Relación entre el crecimiento y el desarrollo económico: caso Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(3), 60-66. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000300060&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000300060&lng=es&tlng=es).
- Riveros-Gavilanes, J. M., & Reyes-Vargas, A. M. (2023). Contaminación por CO2 y crecimiento económico: ¿Un comportamiento heterogéneo para América Latina? *Sociedad y Economía*, 48, e10612013. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i48.12013>
- Roca Jusmet, J. (2000). *La economía, la ecología y la crisis de la economía*. Ciencia, Tecnología /Naturaleza, Cultura en el siglo XXI. Barcelona: Anthropos.
- Rodríguez Tapia, L., & Ruiz Sandoval Valverde, D. (2001). El concepto de capital natural en los modelos de crecimiento exógeno. *Análisis Económico*, XVI (33),109-128. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303304>
- Rodríguez, A. (2023, 2 agosto). El planeta ya ha agotado sus recursos naturales para 2023: estas son las consecuencias. *elconfidencial.com*. [https://www.elconfidencial.com/medioambiente/2023-08-02/planeta-agota-hoy-recursos-naturales-todo-2023-entra-numeros-rojos\\_3712414/](https://www.elconfidencial.com/medioambiente/2023-08-02/planeta-agota-hoy-recursos-naturales-todo-2023-entra-numeros-rojos_3712414/)
- Romero, S. (2021, 24 noviembre). El progreso actual de energías renovables no es suficiente para evitar un desastre climático. *elconfidencial.com*. [https://www.elconfidencial.com/medioambiente/energia/2021-11-24/cambio-climatico-renovables-combustibles-fosiles\\_3329350/](https://www.elconfidencial.com/medioambiente/energia/2021-11-24/cambio-climatico-renovables-combustibles-fosiles_3329350/)
- Ruiz Porras, Antonio (2016). La investigación econométrica mediante Paneles de datos: Historia, modelos y usos en México. *Revista Economía y Política*, Año XII, No. 24. pp. 11-34

- Sánchez, V. (2018). Relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, un análisis a nivel global por niveles de ingresos. *Revista Económica*, 2(1). Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/454>
- Schembri, P. (2009). Endogenous Growth and Sustainable Development: A critical Assessment. En *Principles of Sustainable Development – Vol III*. [Eolss Publishers Co Ltd]. Recuperado de <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C13/E1-46A-06-02.pdf>
- Siddiqui, D. A. (2020). Conceptual Framework of Sustainable Economic Growth: A Theoretical Review. In *SSRN Electronic Journal*. Elsevier BV. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3641573>
- Sousa, V. D., Driessnack, M., & Mendes, I. A. C. (2007). An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15(3), 502-507. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692007000300022>
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Tattarletti, O., Dihl Prolo, C., de Castro Stoppe, T., & Schwarte, C. (2020). Leyes marco de cambio climático en América Latina y su alineación con el Acuerdo de París - un análisis comparativo (Briefing paper 2/2020) [Spanish translation]. Revisado por María José Ortiz. <https://legalresponse.org/wp-content/uploads/2020/11/Comparative-analysis-of-climate-framework-laws-in-Latin-America-Spanish.pdf>
- Trujillo Cárdenas, J. A. (2021). El Ecuador y su cumplimiento internacional en materia de derecho al medio ambiente sano a través de la incorporación de los principios internacionales del Derecho Ambiental en la normativa nacional. Avances y críticas. In *USFQ Law Review* (Vol. 8, Issue 2, pp. 43–75). Universidad San Francisco de Quito. <https://doi.org/10.18272/ulr.v8i2.2267>
- Unasylyva - Vol. 2, No. 1 - Problemas forestales de la America Latina.* (s. f.). <https://www.fao.org/4/x5342s/x5342s03.htm>
- UNCHR (2022). Climate Change Plan of Action (2023-2025) UNCHR Ecuador. Recuperado de <https://reliefweb.int/report/ecuador/unhcr-ecuador-climate-change-plan-action-2023-2025>

- United Nations. (s. f.-a). *Energías renovables: energías para un futuro más seguro* / Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- Vial, J. (2023). Desarrollo sostenible y capital natural. Recuperado de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2030>
- Voora, V. & Venema, H. D. (2008). The Natural Capital Approach: A Concept Paper. International Institute for Sustainable Development. Recuperado de <https://www.iisd.org/publications/report/natural-capital-approach-concept-paper>
- Wang, Q., Li, Y. & Li, R. Rethinking the environmental Kuznets curve hypothesis across 214 countries: the impacts of 12 economic, institutional, technological, resource, and social factors. *Humanit Soc Sci Commun* 11, 292 (2024). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02736-9>
- World Economic Forum. (2024). Future of growth report. Recuperado desde [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Growth\\_Report\\_2024.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Growth_Report_2024.pdf)
- Zilio, M. I. (2012). Curva de Kuznets ambiental, la validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuadernos de Economía*, 35(97), 43-54. Recuperado de <https://www.elsevier.es/en-revista-cuadernos-economia-329-articulo-curva-kuznets-ambiental-validez-sus-X0210026612536311>

Guayaquil, 29 de agosto de 2024

Ingeniero

**Freddy Camacho Villagómez**

COORDINADOR UTE A-2024

Economía

En su despacho.

De mis Consideraciones:

Ing **Freddy Camacho Villagómez**, Docente de la Carrera de Economía, designado TUTOR del proyecto de grado de **León Anchundia, Luis David y Weir Negrete, Joan Martino**, cúmpleme informar a usted, señor Coordinador, que una vez que se han realizado las revisiones al 100% del avance del proyecto avaló el trabajo presentado por el estudiante, titulado **Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020)**. por haber cumplido en mi criterio con todas las formalidades.

Este trabajo de investigación ha sido orientado durante al 100% de avance en período de ejecución en el programa de COMPILATIO, con el siguiente porcentaje 1%

Atentamente,



**Marlon Pacheco**

PROFESOR TUTOR-REVISOR PROYECTO DE GRADUACIÓN



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **León Anchundia Luis David**, con C.C: # **0926807603** autor del trabajo de titulación **Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020)**. Previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **29 de agosto de 2024**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **León Anchundia, Luis David**

C.C: # **0926807603**



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **Weir Negrete Joan Martino**, con C.C: # **0930163365** autor del trabajo de titulación **Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020)**. Previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **29 de agosto de 2024**

f. 

Nombre: **Weir Negrete, Joan Martino**

C.C: **0930163365**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Los Niveles de Renta Mundial y su impacto a los índices de Sostenibilidad Ambiental: Un Análisis Global (2000-2020).		
<b>AUTOR(ES)</b>	León Anchundia, Luis David y Weir Negrete, Joan Martino		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Economista Marlon Estuardo Pacheco Buque		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Economía y Empresa		
<b>CARRERA:</b>	Economía		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Economista		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	29 de agosto de 2024	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Economía en general, Desarrollo		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Sostenibilidad, Economía Circular, PIB, Medioambiente		

**RESUMEN/ABSTRACT:** El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar como los niveles de renta impactan a los indicadores de sostenibilidad global con la finalidad de contribuir a la comunicación pública y académica sobre el recién comportamiento de la huella ecológica en el mundo. Se utilizó el modelo de datos de panel ya que al ser un análisis global de 20 años nos permitiría observar el comportamiento a lo largo del tiempo y proporcionar estimaciones más precisas, al detectar heterocedasticidad se procedió a corregir con un cluster jerárquico agrupado en 3 distintos grupos donde se obtuvo un mejor ajuste de los datos. Al obtener los resultados verificamos que la hipótesis alternativa es la que tiene mayor representación en la investigación.

Los principales hallazgos fueron. que un mayor PIB está asociado con una mayor capacidad de acceso a electricidad y un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente en regiones como África, Asia y América Central, donde se observan incrementos notables en estas métricas lo cual es respaldado por la teoría. Por otro lado, en áreas de alto PIB, como Europa, se muestra una tendencia hacia una mayor adopción de energías renovables y una mejor eficiencia en la gestión de recursos como el agua dulce. En términos de uso de tierras y recursos naturales, las relaciones son menos consistentes. La disminución del área forestal y las rentas totales de recursos naturales con el aumento del PIB en algunas regiones sugiere un posible conflicto entre el crecimiento económico y la conservación ambiental.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	SI	NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 98 280 6549 - +593 993883775	<b>E-mail:</b> leoncalderondc08mail.com joanweirn@gmail.com
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)</b>	<b>Nombre: Camacho Villagómez Freddy Ronalde</b>	
	<b>Teléfono:</b> +593-4-2206953 ext 1634	
	<b>E-mail:</b> freddy.camacho.villagomez@gmail.com, freddy.camacho@cu.ucsg.edu.ec	

### SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	